



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA KINA

AIR CONDITIONING OF THE CINEMA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

David Czempka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	David Czempka
Název	Vzduchotechnika kina
Vedoucí práce	Ing. Petr Blasinski, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

Osnova práce:

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, koncepční řešení celé budovy, vedoucí zadá 2-3 zařízení k dalšímu rozpracování

- tepelné bilance,

- průtoky vzduchu, tlakové poměry

- distribuce vzduchu,

- dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

- úpravy vzduchu návrh VZT jednotek (hx diagramy),

- útlum hluku

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Petr Blasinski, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem vzduchotechnických zařízení ve vybrané budově kina vybaveného prostorným foyer s barem, kinosálem s technickým zázemím, nahrávacím studiem a doprovodnými prostory. Zařízení jsou navržena tak, aby splňovala hygienické, provozní a bezpečnostní požadavky, a aby vytvářela optimální vnitřní mikroklimatické podmínky pro pobyt osob. Vzduchotechnika zajišťuje přívod čerstvého a odvod znehodnoceného vzduchu, pokrytí tepelných ztrát v zimním období a tepelné zátěže v letním období a ve vybraných prostorech také zvlhčení vzduchu v zimním období. V teoretické části jsem se zaměřil základní akustické veličiny a prostorovou akustiku.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, kino, vzduchotechnická jednotka, čerstvý vzduch, tepelné ztráty, tepelné zisky, nahrávací studio, akustika, prostorová akustika, zpětné získávání tepla, větrání, klimatizace, zvlhčení, hluk.

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis was to design air-conditioning systems in the selected cinema equipped with a spacious foyer with bar, cinema hall with technical facilities, recording studio and secondary spaces. Systems are designed to meet hygienic, operational and safety requirements and to create an optimal indoor microclimate for people. The air-conditioning systems provide distribution of fresh air and extract of exhaust air, covering the heat loss in winter and heat gains in summer, and in selected spaces also humidification in the winter season. In the theoretical part of the thesis, I focused on the basic acoustic quantities and spatial acoustics.

KEYWORDS

Ventilation, cinema, air handling unit, fresh air, heat loss, heat gain, recording studio, acoustics, spatial acoustics, heat recovery, air-conditioning, humidification, noise.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

David Czempka *Vzduchotechnika kina*. Brno, 2019. 96 s., 32 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Petr Blasinski, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Vzduchotechnika kina* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2019

David Czempka
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vzduchotechnika kina* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2019

David Czempka
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Především bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Petrovi Blasinskému, Ph.D., za věnovaný čas, užitečné rady a přátelský přístup. Dále bych rád poděkoval rodině, přátelům a přítelkyni za podporu při studiu.

OBSAH

ÚVOD	11
A. TEORETICKÁ ČÁST	13
1.1 ZÁKLADY AKUSTIKY	13
1.1.1 ZVUK A JEHO ŠÍŘENÍ	13
1.1.2 ZÁKLADNÍ AKUSTICKÉ VELIČINY A POJMY	15
1.1.3 HLADINY ZVUKU	17
1.1.4 ČASOVÉ PŮSOBENÍ ZVUKU	18
1.1.5 ZVUKOVÉ POLE	19
1.2 PROSTOROVÁ AKUSTIKA	20
1.2.1 VLNOVÁ AKUSTIKA	20
1.2.2 GEOMETRICKÁ AKUSTIKA	21
1.2.3 STATISTICKÁ AKUSTIKA	22
1.2.4 POHLCOVAČE ZVUKU	23
1.2.4.1 PORÉZNÍ MATERIÁLY	24
1.2.4.2 KMITAJÍCÍ MEMBRÁNY A DESKY	25
1.2.4.3 DUTINOVÉ REZONÁTORY	26
1.2.4.4 AKUSTICKY ZAVĚŠENÁ TĚLESA	27
1.2.5 ROZPTYLOVÉ PRVKY	27
1.2.6 AKUSTICKÁ KRITÉRIA UZAVŘENÝCH PROSTOR	28
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	31
2.1 ANALÝZA OBJEKTU	31
2.1.1 POPIS OBJEKTU KINA	31
2.1.2 ROZDĚLENÍ NA FUNKČNÍ CELKY	31
2.1.3 KLIMATICKÉ ÚDAJE STAVBY	33
2.1.4 POŽADAVKY NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ	33
2.2 SKLADBY KONSTRUKCÍ A VÝPOČET SOUČinitele PROSTUPU TEPLA U	33
2.3 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT	34
2.4 VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE	37
2.4.1 FOYER, BAR A CHODBA	37
2.4.2 KINOSÁL	39
2.4.3 SKLAD MOBILIÁŘ	41
2.5 STANOVENÍ PRŮTOKŮ VZDUCHU	44
2.6 TLAKOVÉ POMĚRY	47
2.7 NÁVRH DISTRIBUČNÍCH ELEMENTŮ	49
2.7.1 VYÚSTĚNÍ S VÍŘIVÝM VÝTOKEM VZDUCHU	49
2.7.2 TALÍŘOVÝ VENTIL	49
2.7.3 UMÍSTĚNÍ DISTRIBUČNÍCH ELEMENTŮ V MÍSTNOSTECH	50
2.8 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ	54
2.9 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK	60
2.9.1 ZAŘÍZENÍ Č. 1 – ZÁZEMÍ PRO NÁVŠTĚVNÍKY	60
2.9.2 ZAŘÍZENÍ Č. 2 – KINOSÁL	62
2.9.3 ZAŘÍZENÍ Č. 3 – ZÁZEMÍ PRO ZAMĚSTNANCE	64

2.10	NÁVRH DODATEČNÉHO CHLAZENÍ.....	66
2.11	ÚTLUM HLUKU.....	68
2.11.1	NÁVRH TLUMIČŮ PRO ZAŘÍZENÍ Č. 1	68
2.11.2	NÁVRH TLUMIČŮ PRO ZAŘÍZENÍ Č. 2	70
2.11.3	NÁVRH TLUMIČŮ PRO ZAŘÍZENÍ Č. 3	72
2.12	NÁVRH IZOLACE POTRUBÍ.....	75
C.	PROJEKT	78
3.1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	78
3.1.1	ÚVOD	78
3.1.1.1	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ.....	78
3.1.1.2	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ	79
3.1.2	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ.....	79
3.1.2.1	HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE	79
3.1.2.2	ELEKTRICKÁ ENERGIE	80
3.1.2.3	TEPELNÁ ENERGIE	80
3.1.3	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ.....	80
3.1.3.1	ZAŘÍZENÍ Č. 1 – ZÁZEMÍ PRO NÁVŠTĚVNÍKY.....	80
3.1.3.2	ZAŘÍZENÍ Č. 2 – KINOSÁL	81
3.1.3.3	ZAŘÍZENÍ Č. 3 – ZÁZEMÍ PRO ZAMĚSTNANCE	81
3.1.4	NÁROKY NA ENERGIE	82
3.1.5	MĚŘENÍ A REGULACE, PROTIMRAZOVÁ OCHRANA	82
3.1.6	NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE	83
3.1.6.1	STAVEBNÍ ÚPRAVY.....	83
3.1.6.2	SILNOPROUD.....	83
3.1.6.3	VYTÁPĚNÍ.....	83
3.1.6.4	ZDRAVOTNÍ TECHNIKA.....	84
3.1.7	PROTIHLUKOVÁ A PROTIOTŘESOVÁ OPATŘENÍ	84
3.1.8	IZOLACE A NÁTĚRY.....	84
3.1.9	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ	84
3.1.10	MONTÁŽ, PROVOZ, ÚDRŽBA A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ.....	84
3.1.11	ZÁVĚR.....	84
3.1.12	TABULKA ZAŘÍZENÍ A MÍSTNOSTÍ	85
3.2	TECHNICKÁ SPECIFIKACE	86
3.3	FUNKČNÍ SCHÉMATA	89
	ZÁVĚR.....	92
	POUŽITÉ ZDROJE	93
	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	95
	PŘÍLOHY.....	97
A.	VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA.....	97
B.	VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT	99
C.	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ	115
D.	TEPELNÁ IZOLACE	117
E.	VÝKRESY	128

ÚVOD

Tato bakalářská práce se zaměřuje na návrh potřebného vzduchotechnického vybavení budovy kina. Kinosály jsou prostory, které navštěvujeme za účelem zábavy a relaxace. Jsou pro ně charakteristické velké koncentrace lidí na poměrně malém prostoru, a proto vyžadují neustálý přívod čerstvého vzduchu. Pro zajištění ideálních projekčních podmínek jsou většinou tyto prostory bez oken a dobře izolovány od okolí, je tedy nutné je větrat nuceně. S chodem vzduchotechnických zařízení bývá ale často spojen vznik hluku. Kromě zajištění tepelné pohody návštěvníků a potřebné výměny vzduchu, je tedy nutné věnovat zvýšenou pozornost ochraně proti hluku od vzduchotechnického zařízení a hluku z pozadí. Řešená budova je kromě kinosálu vybavena prostorným zázemím pro obsluhu kina a částí pro kreativní tvorbu – nahrávacím studiem, místností režie a AV dílnou. Tyto prostory jsou neméně náročné na ideální mikroklimatické podmínky. Všechny tyto skutečnosti jsem při navrhování vzal v potaz. Projekt objektu jsem zpracovával tak, aby kdybych byl návštěvníkem nebo zaměstnancem, rád bych se do něho vracel.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA KINA

AIR CONDITIONING OF THE CINEMA

A) TEORETICKÁ ČÁST

THEORETICAL SECTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

David Czempka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2019

A. TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Základy akustiky

Zvuky působí v budovách dlouhodobě a opakovaně. Člověk přitom proti zvuku či hluku (nepříznivému zvuku) nemá téměř žádné přirozené obranné schopnosti. Je-li člověk vystaven nadměrnému hluku, snižuje to kvalitu jeho práce a negativně ovlivňuje jeho organismus. I zvuky o nižší intenzitě působící dlouhodobě mohou snižovat soustředění, kvalitu odpočinku a spánku.

Dle studie provedené v USA v roce 2001 trávíme až 87 % svého času uvnitř budov. Proto je velmi důležité již při navrhování staveb zajistit opatření, která budou minimalizovat znečištění hlukem. Vhodným řešením vnitřních prostorů z hlediska akustiky lze zase pozitivně ovlivnit kvalitu příjmu a poslechu. Celkově tak můžeme udělat pobyt v budovách mnohem příjemnějším. [16]

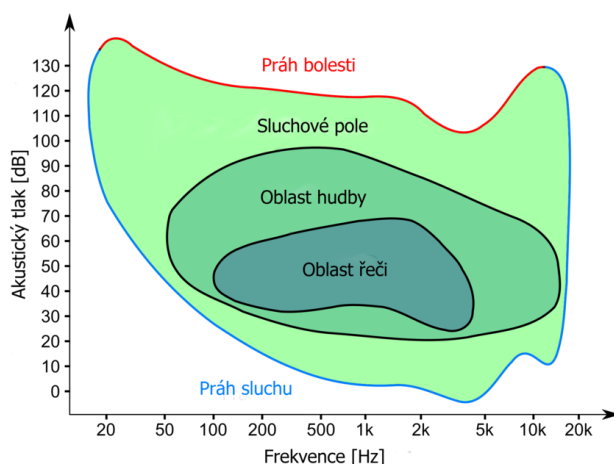
V teoretické části této bakalářské práce jsem nejprve vysvětlil základní pojmy a veličiny charakterizující zvuk a jeho šíření. Následně jsem se zaměřil na šíření zvuku v uzavřeném prostoru, tedy na akustiku prostorovou.

1.1.1 Zvuk a jeho šíření

Zvuk je tvořen kmitáním částic pružného prostředí v rozsahu slyšitelných kmitočtů. Zvuk se šíří plyny, pevnými látkami i tekutinami ve formě zvukových vln. Šíření zvukových vln je v různých prostředích rozdílné. Lidské ucho vnímá změny atmosférického tlaku bubínkem, který své chvění přenáší na nervové buňky ve vnitřním uchu. [30]

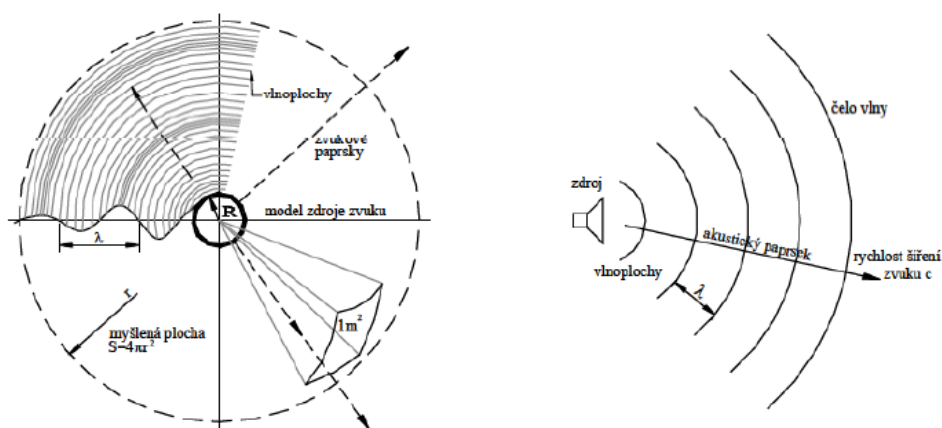
Pružné prostředí si lze představit jako mechanické oscilátory, které jsou vzájemně spojeny vazbou (např. spřažená kyvadla). Vychýlíme-li první kyvadlo z rovnovážné polohy, začne kmitat a kmitání se pomocí vazeb rozšíří. Současně se kromě kmitání přenáší také energie. [22]

Rozsah sluchového pole se nejčastěji udává 20 Hz - 20 kHz (20 až 20 000 kmitů za sekundu). Pod spodní hranicí slyšitelného pásma se nachází zvuk, který nazýváme infrazvuk, a kmitá s frekvencí menší 20 Hz. Zvuk s frekvencí větší 20 kHz nazýváme ultrazvuk.



Obr. 1 Oblast slyšitelného frekvenčního pásma [6]

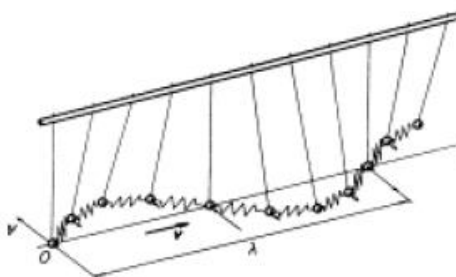
Je-li zdroj zvuku v izotropním prostředí, šíří se vlnění stejnou rychlostí ve všech směrech. Místa, do kterých vlnění dorazí ve stejnou dobu, nazýváme vlnoplochy. Směr šíření vlnoploch udává paprsek, který je na vlnoplochy kolmý. [1]



Obr. 2 Šíření zvuku od zdroje ve volném prostoru – kulové vlny [1]

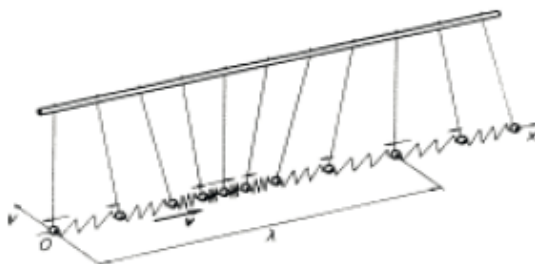
Podle toho, zda částice prostředí kmitají ve směru šíření vlnění nebo kolmo k němu, dělíme vlnění na podélné a příčné. [30]

K **příčnému vlnění** dochází, když hmotné body pružného prostředí kmitají kolmo na směr, kterým vlnění postupuje. Příčné vlnění není lidským uchem slyšitelné.



Obr. 3 Příčné vlnění [11]

K **vlnění podélnému** dochází, když částice pružného prostředí kmitají ve směru, kterým vlnění postupuje. Vzniká v tělesech všech skupenství, tedy i v kapalinách a plynech, která jsou pružná při změně objemu (tzn. při stlačování a rozpínání). [30]



Obr. 4 Podélné vlnění [11]

Hluk - zvuk můžeme rozdělit na tóny a nepříznivé zvuky, tzv. hluky. Tóny bývají označovány jako zvuky hudební, kdežto hluky jako zvuky nehudební. Jako hluky označujeme nepravidelné kmitání těles nebo krátké nepravidelné rozruchy (srážka dvou těles, výstřel, atd.). Účinek hluku je subjektivní (obtěžující, rušící soustředění a psychickou pohodu) a objektivní (měřitelné poškození sluchu). [1] [31]

1.1.2 Základní akustické veličiny a pojmy

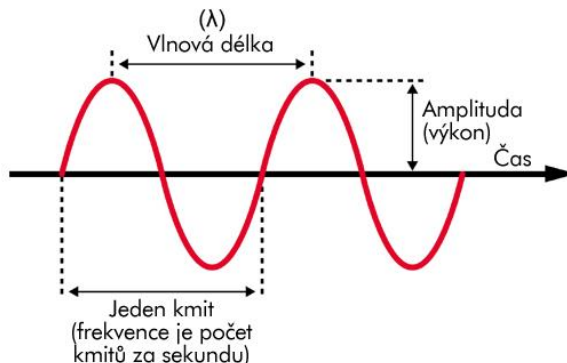
Kmitočet f (frekvence) [Hz] je počet kmitů, které vykonává hmotný bod za jednotku času. Kmitočet je udáván jednotkou hertz. Subjektivně jej vnímáme jako výšku tónu.

Perioda T [s] je doba trvání jednoho kmitu.

Vlnová délka λ [m] je dráha, kterou proběhne vlna rychlostí c za dobu jedné periody T . Je charakteristickou veličinou pro vlnění. [1]

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f} \quad [\text{m}]$$

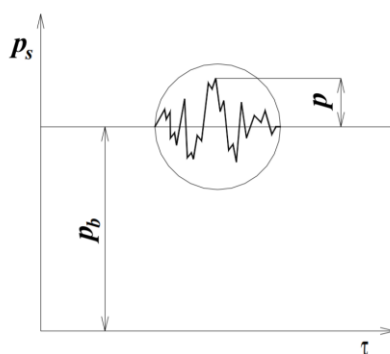
kde	c	rychlost šíření zvuku v prostředí	[m/s]
	T	doba jedné periody	[s]
	f	kmitočet (frekvence) vlnění zvuku	[Hz]



Obr. 5 Vlnění zvuku [21]

Akustický tlak p ($\text{N/m}^2 = \text{Pa}$) je skalární veličina a vyjadřuje rozdíl mezi barometrickou hodnotou tlaku vzduchu, měnící se zvolna v závislosti na atmosférických podmínkách, a okamžitou hodnotou tlaku při akustickém ději. Je jednou z nejdůležitějších veličin užívanou pro vyjádření „síly“ zvuku. Sluchový orgán člověka může přijímat zvuk z jakéhokoli směru, vnímá tedy akustický tlak (nikoli intenzitu zvuku), který lze nejnadhěji měřit. V praxi proto akustickým tlakem nahrazujeme důležitou dimenzi zvuku, intenzitu. [1]

Akustická rychlost v (m/s) je taková rychlost, se kterou kmitají jednotlivé částice prostředí, kterými se šíří zvuková vlna. [7]



Obr. 6 Časový průběh celkového statického tlaku p ve vzduchu [7]

Akustický výkon W [W] udává míru přenosu akustické energie, která se přenáší při akustickém vlnění. Výkon kmitavého děje v ustáleném stavu je definován jako práce vykonaná za jednotku času, kde práce je součinem síly a dráhy. Okamžitý výkon je pro diferenciálně malé úseky pak dán vztahem [1]

$$W = F \cdot v \quad [\text{W}]$$

kde F působící síla [N]
 v akustická rychlost [m/s]

Rychlost šíření zvuku c (m/s) je rychlost, jakou se zvukové vlny šíří prostředím. Rychlost zvuku ve vzduchu závisí především na jeho teplotě. Rychlost zvuku není ovlivněna tlakem vzduchu a je stejná pro zvuková vlnění všech frekvencí. V kapalinách a pevných látkách je rychlost zvuku větší než ve vzduchu. Pro vzduch se při teplotě 20 °C uvažuje rychlost zvuku $c = 343$ m/s. Při jiných teplotách je rychlost dána podle vztahu. [25]

$$c = 331,82 + 0,6 \cdot t \quad [\text{m/s}]$$

kde t teplota vzduchu [°C]

Činitel směrovosti Q charakterizuje způsob vyzařování akustické energie podle polohy zdroje. [1]

<u>VOLNÝ PROSTOR</u>	<u>POLOPROSTOR</u> (např. na tvrdé podlaze)	<u>KVADRANT</u> (např. na hraně mezi dvěma stěnami svírajícími úhel 90°)	<u>OKTANT</u> (v rohu mezi třemi rovinami)
$Q = 1$	$Q = 2$	$Q = 4$	$Q = 8$

Obr. 7 Činitel směrovosti zdroje zvuku Q v závislosti na jeho umístění [1]

Intenzita zvuku I (W/m²) je akustický výkon procházející jednotkovou kulovou plochou kolmou na směr šíření. [24]

Oktávové frekvenční pásmo - pro jednoduchou orientaci je celé slyšitelné spektrum zvuku rozděleno do 11 oktáv, kde každá z nich je vymezena horní a dolní frekvencí a charakterizována střední frekvencí pásma. [26]

Váhové filtry - zvuk o různém kmitočtu je lidským uchem vnímán s nestejnou citlivostí. Při vnímání zvuku dochází ke zkreslení. Lidský sluch je nejcitlivější v oblasti okolo 1000 Hz. Poměrně dobrý přiblížením k těmto vlastnostem sluchového orgánu bylo zavedení váhových filtrů, které upravují citlivost zvukoměru v souladu s lidským sluchem. V praxi se nejčastěji setkáme s váhovým filtrem A. Ke každé změřené hodnotě přičteme korekci váhového filtru A na dané frekvenci. [3]

Tab. 1 Střední kmitočty oktavových pásem a hodnoty korekcí váhového filtru A [3]

f [Hz]	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
K_A [dB]	-56,7	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	+1,2	+1,0	-1,1	-6,6

1.1.3 Hladiny zvuku

Dle Weber-Fechnerova psychofyzického zákona je smyslové vnímání člověka úměrné logaritmu podnětu. Pro základní veličiny se používá logaritmická veličina nazývaná hladina. V praxi se používá pro vyjádření velikosti hladiny hodnota 10x menší než je bel, tj. decibel (dB). Obecně lze hladinu definovat vztahem [2] [3]

$$L = \log \left(\frac{x}{x_0} \right) \quad [\text{dB}]$$

kde x hodnota určité veličiny
 x_0 referenční (srovnávací, dohodnutá) hodnota určité veličiny

Tab. 2 Maximální objemy prostorů doporučené z hlediska možného akustického výkonu zdrojů živé hudby a řeči. [3]

Veličina	Ozn.	Referenční hodnota
Akustický výkon	W_0	$1 \cdot 10^{-12}$ W
Akustická intenzita	I_0	$1 \cdot 10^{-12}$ W/m ²
Akustický tlak	p_0	$2 \cdot 10^{-5}$ Pa
Akustická rychlost	v_0	$1 \cdot 10^{-8}$ m/s

Hladina akustického tlaku L_p (dB) určuje akustický děj v kontrolním místě, je definován vztahem

$$L_p = 10 \cdot \log \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right) = 20 \cdot \log \left(\frac{p}{p_0} \right) \quad [\text{dB}]$$

kde	p	akustický tlak	[Pa]
	p_0	referenční hodnota akustického tlaku	[Pa]

Hladina akustického výkonu L_w (dB) je vlastností příslušného zdroje a určuje akustický výkon vyzařovaný zdrojem zvuku. Je dán vztahem

$$L_p = 10 \cdot \log \left(\frac{W}{W_0} \right)$$

kde	W	hodnota akustického výkonu	[W]
	W_0	referenční hodnota akustického výkonu	[W]

Hladina akustické intenzity L_I [dB] je intenzita zvuku vyjádřená v decibelech. Je dána vztahem

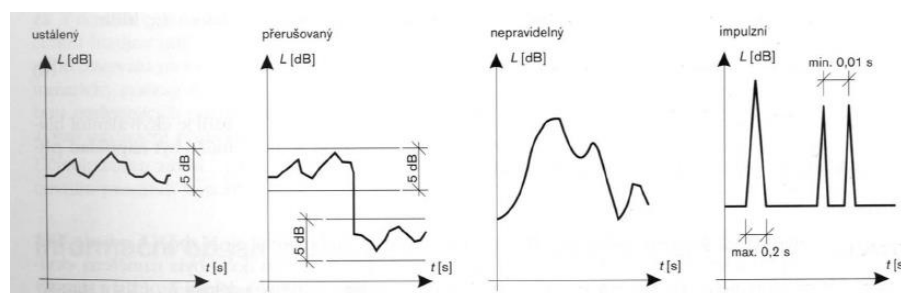
$$L_I = 10 \cdot \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad [\text{dB}]$$

kde	I	hodnota akustické intenzity	[W/m ²]
	I_0	referenční hodnota akustické intenzity [30]	[W/m ²]

1.1.4 Časové působení zvuku

Málokterý zvuk má v průběhu času konstantní intenzitu. Většina zvuků okolo nás v čase mění svoji hlasitost. V důsledku toho rozdělujeme zvuk na: [3]

- a) Ustálený – kolísá v čase v rozsahu menším než 5 dB
- b) Proměnný – kolísá v čase v rozsahu větším než 5 dB
 - i. Přerušovaný – hladina se mění skokem v rozsahu větším než 5 dB a v dílčích intervalech je zvuk ustálený
 - ii. Impulzní – rychlý vzestup hladiny akustického tlaku a následný pokles do 0,2 s



Obr. 8 Zvuk v závislosti na čase [3]

Při působení zvuku na člověka je rozhodující celková akustická energie, které je po určitou dobu člověk vystaven. Hodnotící veličinou pro proměnný zvuk je **ekvivalentní hladina akustického tlaku** $L_{Aeq,T}$ (dB). Ta je definována jako hladina akustického tlaku ustáleného zvuku, který by v posuzovaném časovém intervalu měl stejný energetický obsah jako zvuk proměnný a tedy i stejné negativní účinky. Ekvivalentní hladina akustického tlaku se vždy vztahuje k určitému časovému intervalu (např. osmihodinová pracovní doba). [3]

Při posuzování rušivého účinku zvuku často hodnotíme samostatně nebo současně s ekvivalentní hladinou také **maximální hladinu akustického tlaku** L_{Amax} dosaženou v daném časovém intervalu. [3]

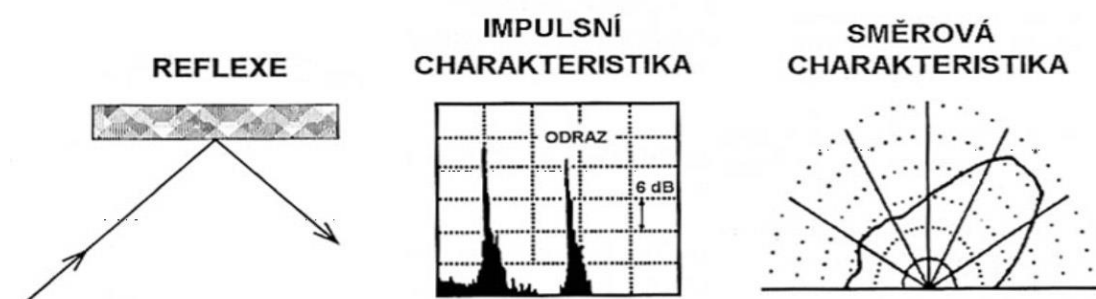
1.1.5 Zvukové pole

Zvuk se může šířit v uzavřeném i volném prostoru. Ve volném prostoru bez překážek se zvukové vlny šíří přímočaře. V závislosti na druhu zdroje zvuku mohou mít vlnoplochy ve volném prostoru různý tvar: [1]

- **Kulový** – zvukové vlny se šíří od zdroje ve tvaru koule. Je charakteristický pro bodový zdroj zvuku (např. letící letadlo, kompresor, mluvící osoba). V přírodě se s tímto tvarem zvukových vln setkáme nejčastěji.
- **Válcový** – zvuková vlna má tvar válce, kterou vytváří liniový zdroj zvuku (např. frekventovaná silnice).
- **Rovinný** – zvukové vlny se šíří pouze jedním směrem. Zdrojem bývá nejčastěji plošný zdroj zvuku (např. stěna výrobní haly).

Zvukové pole, kde se kromě přímých vln vyskytují také vlny odražené, nazýváme dozvukové pole. Typickým prostředím s dozvukovým polem jsou uzavřené prostory.

Na rozhraní dvou prostředí (vzduch-stěna, vzduch-voda) se může vlnění z části odrážet zpět a z části procházet do druhého prostředí. Poměr mezi odraženou a dopadající akustickou energií závisí na jejich měrném akustickém vlnovém odporu, který souvisí s rychlostí šíření zvuku v daném prostředí. [1]



Obr. 9 Odraz zvuku [9]

Odrazu zvukové vlny lze docílit jen tehdy, když je plocha odražeče dosti velká ve srovnání s délkou vlny dopadajícího zvuku. Aby materiály působily jako odražeče, musí být masivní. [1]

1.2 Prostorová akustika

Akustickými jevy zcela nebo částečně uzavřených prostorů se zabývá prostorová akustika. Jejím cílem je zajištění dobré slyšitelnosti a srozumitelnosti zvuku. Metody prostorové akustiky využijeme při návrhu prostorů určených k poslechu hudby nebo řeči a projekcím s nimi spojenými – kina, divadla, koncertní síně, přednáškové místnosti, apod.

Akustiku uzavřeného prostoru definovanou veličinami prostorové akustiky, které určují kvalitu poslechu zvuku, lze analyzovat několika metodami. Mezi základní patří metody vlnové, geometrické a statistické akustiky. [3]

1.2.1 Vlnová akustika

Při odrazu zvuku od dvou rovnoběžných stěn dochází skládáním dvou postupných vln téhož kmitočtu a druhu, ale opačných směrů šíření, ke stojatému vlnění. Stojaté vlnění narušuje difuznost zvukového pole (rovnoměrné rozložení intenzity zvukového pole ve všech místech vyšetřovaného uzavřeného pole), což je příčinou změny barvy zvuku, zhoršení kvality a srozumitelnosti zvuku. [3]

K porušení difuznosti dochází jen v oblasti nízkých kmitočtů. Pro prostor tvaru kváдру lze tyto kmitočty stanovit dle vztahu

$$f_{x,y,z} = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{n_x}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{l_y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{l_z}\right)^2} \quad [\text{Hz}]$$

kde c rychlost zvuku ve vzduchu [m/s]
 l_x, l_y, l_z rozměry místnosti [m]
 n_x, n_y, n_z celá čísla od nuly do nekonečna

Akustické pole v prostoru o objemu V [m³] lze při posuzování zvuku v pásmech celé oktávy považovat za difuzní od kmitočtu

$$f_{min} = \frac{400}{\sqrt[3]{V}} \quad [\text{Hz}]$$

Pro jedno třetinové oktavové pásmo platí obdobný vztah

$$f_{min} = \frac{600}{\sqrt[3]{V}} \quad [\text{Hz}]$$

Jednotlivá opatření vlnové akustiky a jejich kombinace mají za cíl zajistit difuznost zvukového pole od co nejmenšího kmitočtu.

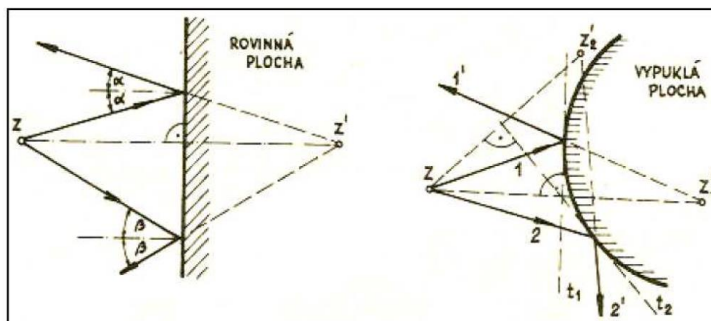
- Se zvětšujícím se objemem místnosti se zvyšuje difuznost zvukového pole. Malé prostory mají horší akustičnost. Dobrých výsledků lze dosáhnout od objemu většího než 100 m³.
- Díky různoběžnosti stěn lze redukovat stojaté vlnění, které narušuje difuznost zvukového pole.

- c) Jednotlivé rozměry místnosti o tvaru kvádru nemají být vzájemnými násobky. Vyhovující je například poměr stran 2:3:5.
- d) Zvýšení difuznosti zvukového pole lze dosáhnout obložením stěn pohlcující zvuk, anebo přidáním prvků zvyšující její členitost. Velikost těchto prvků závisí na vlnové délce zvuku. [3]

1.2.2 Geometrická akustika

Vzdálenost jednotlivých posluchačů od zdroje zvuku je rozdílná, a proto je potřeba u větších sálů zesílit zvukových signál směřující do zadních řad. Toho lze dosáhnout buď elektroakusticky (reprodukční soustavou) nebo vhodným uspořádáním odrazných ploch v místnosti. [3]

Pro zvukový paprsek platí zákon rovnosti úhlu dopadu a odrazu. Odražené zvukové paprsky konstruujeme pomocí zdánlivého zdroje Z' .



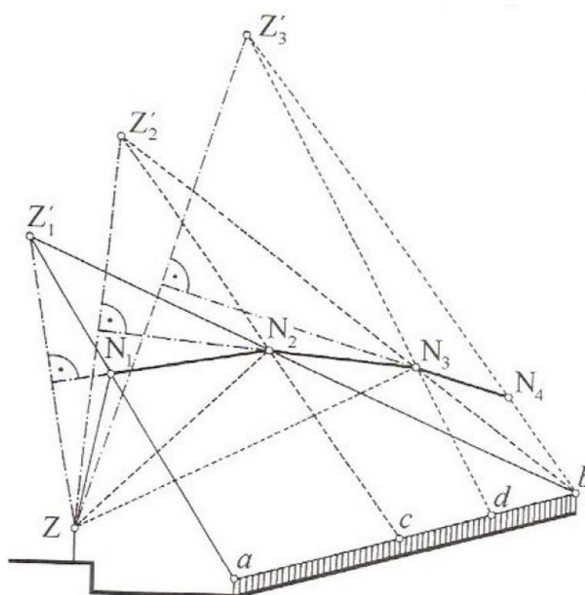
Obr. 10 Konstrukce odrazu paprsku pomocí zdánlivého zdroje [1]

Dráha, kterou musí odražený zvuk urazit k posluchači je delší než dráha přímých vln. Pokud je zpoždění odražených vln malé, lidský sluch vnímá oba signály jako jeden zvuk a dojde k jeho zesílení. Při větších časových rozdílech ale už dochází k poruchám srozumitelnosti zvuku. [1]

Tab. 3 Dovolенý rozdíl drah mezi přímým a odraženým zvukem [3]

Rozdíl drah	Časové zpoždění	Vliv na srozumitelnost
< 10 m	< 0,03 s	zesílení zvuku – vnímáno jako jeden zvuk
10 - 17m	0,03 - 0,05 s	směšování hlásek
17 - 34 m	0,05 - 0,1 s	ozvěna
> 34 m	> 0,1 s	jednoslabičná ozvěna

Abychom rušivé účinky odstranili, nesmí být rozdíl drah odraženého a přímého zvuku příliš velký. Stropy prostorů určených k poslechu mluveného slova se často navrhuje jako kombinace několika odrazných ploch. Stěna protilehlá jevišti by mohla způsobovat ozvěny, a proto je vhodné ji opatřit obkladem pohlcující zvuk. Podobně se opatřují i boční stěny především zadní části hlediště.



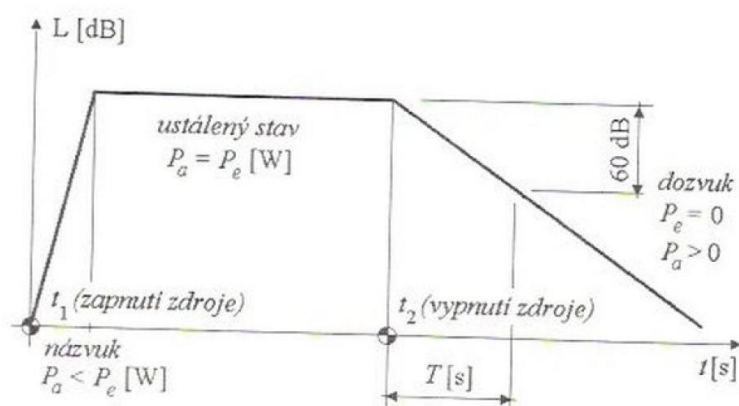
Obr. 11 Konstrukce stropu auditoria z rovinných ploch [3]

1.2.3 Statistická akustika

Metody statistické akustiky využíváme u prostor nepravidelného tvaru a členěných povrchů. Kvůli složitosti zvukových poměrů ve velkých prostorech uvažujeme několik zjednodušení, která lze shrnout takto:

- každý směr dopadu je stejně pravděpodobný,
- hustota akustické energie je ve všech bodech prostoru stejně veliká,
- hustota energie zvuku je součtem hustoty energie všech zvukových vln, které současně do daného místa přicházejí z různých směrů. [3]

Jednou z hlavních vlastností uzavřených prostorů z hlediska statistické akustiky je dozívání akustické energie po vypnutí zdroje, kterou označujeme jako dobu dozívku. Doba dozívku T (s) je doba, za kterou poklesne hladina akustického tlaku L_p o 60 dB po vypnutí zdroje. Je závislá na objemu uzavřeného prostoru, kmitočtu a pohltivosti jeho povrchů. [4]



Obr. 12 Doba dozívku [3]

Činitel zvukové pohltivosti α (-) nám pomáhá vyjádřit schopnost plochy pohlcovat dopadající akustickou energii. Je to poměr energie pohlcené povrchem k celkové energii dopadající na tento povrch. Nabývá hodnot od 0 do 1. Při $\alpha=0$ by se všechen zvuk odrazil, takové povrchy neexistují. [2]

Zvuková pohltivost A (m^2) vyjadřuje vlastnost konstrukce pohlcovat část akustické energie. Je součinem plochy konstrukce a činitele zvukové pohltivosti konstrukce. [2]

Pro výpočet doby dozvuku místnosti o objemu $V \leq 2000 m^3$ se středním činitelem zvukové pohltivosti konstrukcí $\alpha_{str} \leq 0,2$ používáme Sabinův vztah [1]

$$T = 0,164 \cdot \frac{V}{A} \quad [s]$$

kde V je objem místnosti, [m^3]
 A je celková zvuková pohltivost místnosti. [m^2]

Pro výpočet doby dozvuku místnosti o objemu $V \leq 2000 m^3$ se středním činitelem zvukové pohltivosti konstrukcí $0,2 > \alpha_{str} \leq 0,8$ používáme vztah, který odvodil Eyring [1]

$$T = 0,164 \cdot \left(\frac{V}{S \cdot \alpha_E} \right) \quad [s]$$

kde V objem místnosti, [m^3]
 S celková plocha povrchů místnosti, [m^2]
 α_e Eyringův činitel zvukové pohltivosti $\alpha_E = -\ln(1 - \alpha_{stř})$. [-]

Je-li činitel zvukové pohltivosti $\alpha_{str} > 0,8$ a objem místnosti je $V > 2000 m^3$ používáme pro kmitočty $f \geq 2000 Hz$ Millingtonův vztah [1]

$$T = 0,164 \cdot \left(\frac{V}{S \cdot \alpha_E + 4mV} \right) \quad [s]$$

kde m je útlum zvuku při šíření ve vzduchu, je závislý na teplotě vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu.

1.2.4 Pohlcovače zvuku

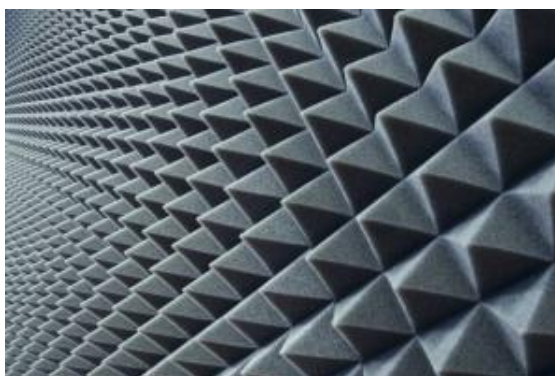
Pohlcování zvuku rozumíme jako nevratnou změnu akustické energie na jinou formu energie např. tepelnou či kinetickou. Všechny povrchy místnosti pohlcují ve větší či menší míře část dopadajícího zvuku. Většina materiálů pohlcuje účinněji zvuk vyšších kmitočtů. [1]



Obr. 13 Absorpce zvuku [9]

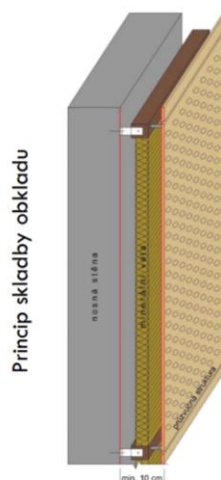
1.2.4.1 Porézní materiály

Jedná se o materiály s vysokou pórovitostí (80-99 % objemu), jejichž strukturu tvoří ztuhlá pěna nebo vlákna. Nejčastěji se využívají rohože a desky z minerálních nebo organických vláken.



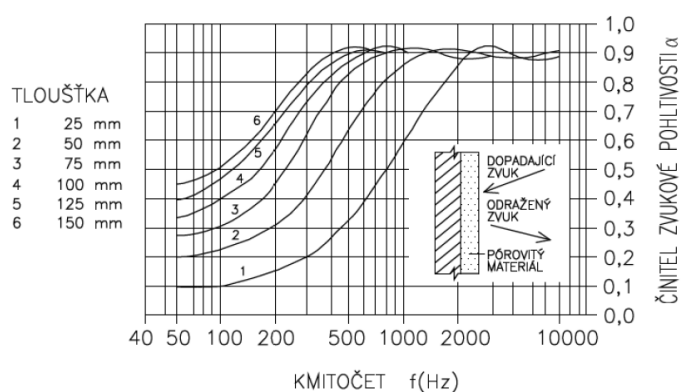
Obr. 14 Příklad akustické pěny [27]

Póry musí být vzájemně propojené a otevřené do volného prostoru. Proto je nevhodný například pěnový polystyrén, který má póry uzavřené. Pórovité obklady se nesmí opatřovat nevhodnou povrchovou úpravou (např. nátěrem). [12]



Obr. 15 Skladba porézního absorbéru [9]

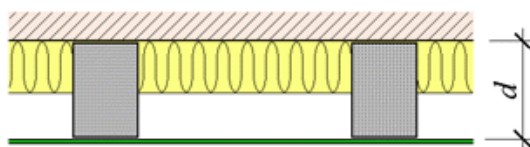
Tyto konstrukce jsou neúčinnější, jsou-li umístěny alespoň ve vzdálenosti $\frac{1}{4}$ vlnové délky od tvrdého povrchu stěn či stropu. Pohlcují převážně zvuk o vysokých kmitočtech. Akustické vlastnosti obkladu je možné regulovat jeho tloušťkou a odsazením od obkládaného povrchu. [3]



Obr. 16 Kmitočtová závislost činitele zvukové pohltivosti α na tloušťce [3]

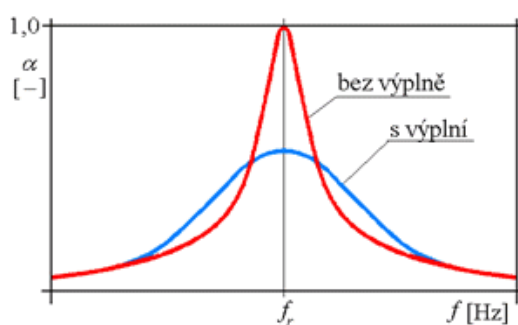
1.2.4.2 Kmitající membrány a desky

Za kmitající membránu nebo desku označujeme tenkou fólii či desku připevněnou na dřevěném nebo kovovém roštu, který určuje tloušťku vzduchové kapsy a je připevněn k tuhé konstrukci. Membránu může tvořit např. koženka nebo polyetylenová fólie, desku např. dřevovláknité materiály, překližky a plechy. Tyto konstrukce pohlcují zvuk v relativně úzkém pásmu nízkých kmitočtů v okolí rezonančního kmitočtu, který je ovlivněn plošnou hmotností membrány (desky) a tloušťkou vzduchové mezery. [5]



Obr. 17 Schéma konstrukce pohlcovače typu kmitající membrán [13]

Při vložení porézního pohlcovače do vzduchové kapsy docílíme širšího kmitočtového pásma pohlcování za současného snížení maxima v oblasti rezonančního kmitočtu.

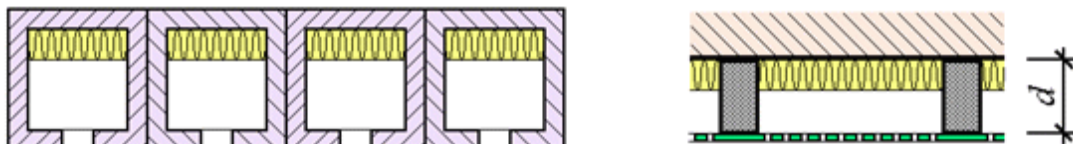


Obr. 18 typický průběh závislosti činitele pohltivosti α na kmitočtu [13]

Zvyšováním plošné hmotnosti a tloušťky vzduchové kapsy se rezonanční kmitočet snižuje. Desky musí být k podkladu připevněny pružně například pomocí pěnové pryže či plstěných pásů. Výhodou těchto konstrukcí oproti porézním pohlcovačům je hladký a rovný povrch a možnost pohlcovat zvuk o nízkém kmitočtu, takže se navzájem skvěle doplňují. [13]

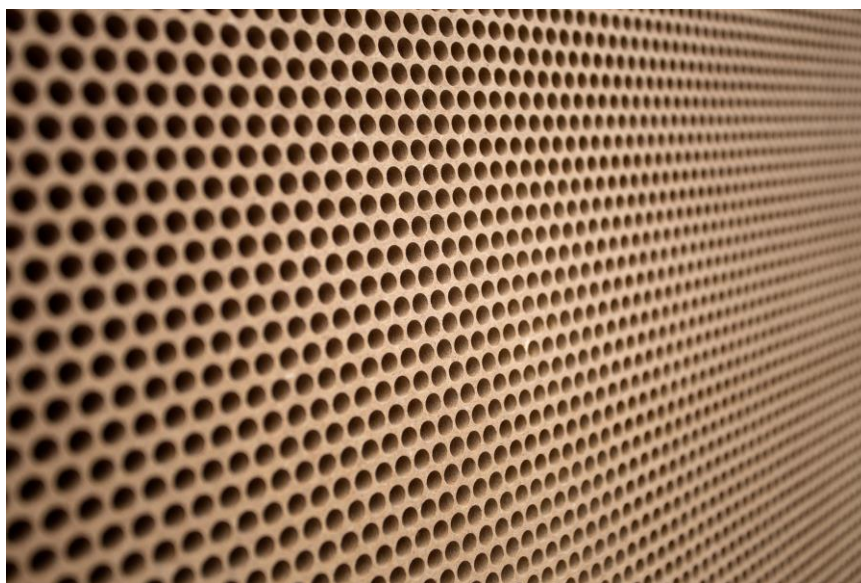
1.2.4.3 Dutinové rezonátory

Jsou tvořeny dutinou, jejíž hrdlo propojuje dutinu s uzavřeným prostorem místnosti. V dnešní době se používají prvky označené jako tvárnice rezonátory a děrované desky.



Obr. 19 Sestava tvárnice rezonátorů a pohlcovač typu děrovaná deska [14]

Děrované desky fungují na podobném principu jako kmitající desky s tím rozdílem, že při dopadu zvukové energie je děrovaná deska v klidu, ale kmitá vzduchových sloupec v otvorech. Děrované desky se připevňují k nosnému podkladu pevně. [14]



Obr. 20 Příklad dutinového rezonátoru [10]

Činitel pohltivosti α dutinových rezonátorů je závislý na tlumící vložce ve vzduchovém polštáři. Od něj se odvíjí jak špičková hodnota činitele pohltivosti, tak šířka pásma, ve které pohlcovač pracuje efektivně. [14]

1.2.4.4 Akusticky zavěšená tělesa

Akustická tělesa jsou prostorové útvary (hranoly, jehlany, kužele, válce apod.) vyrobené z poréz-
ních materiálů nejčastěji připevněné na stropě pomocí speciálních závěsových systémů. Bývají
vyztužené a kryté tkaninou, mřížovinou nebo perforovanou fólií. [1]

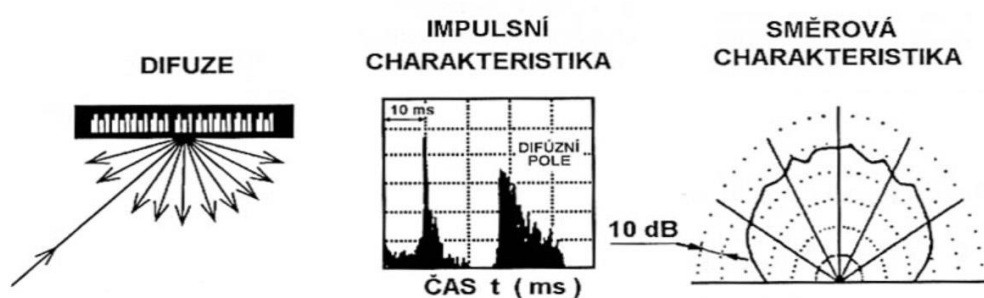


Obr. 21 Příklad akusticky zavěšených prvků [23]

Z akustického hlediska působí tak, že se zvukové vlny vlivem zvláště velké pohltivosti těles ohý-
bají. Činitel zvukové pohltivosti vztažený na jednotku plochy tělesa může dosahovat i hodnoty
větší než 1. Zvyšováním počtu zavěšených těles se zmenšuje prostor, ve kterém může docházet
k ohybu zvukových vln, což vede ke snižování jejich účinnosti. [1]

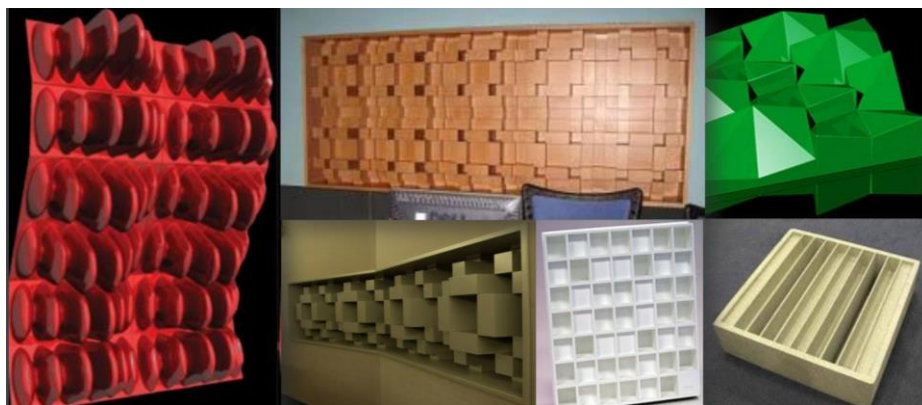
1.2.5 Rozptylové prvky

Akustickou kvalitu v uzavřených prostorech lze zlepšovat rozptylem zvuku. Vhodným směrová-
ním odraženého zvuku z hlediska časového i prostorového zpříjemníme poslech zvuku poslu-
chači.



Obr. 22 Difuze zvuku [9]

Pro úpravu zvukového pole uzavřeného prostoru používáme difuzory. Tvarově se jedná o jehlany
nebo různě vypuklé či lomené prvky s vhodnou reliéfní úpravou. K rozptýlu dochází tehdy, pokud
prostorová nerovnost (výška reliéfu) prvku rozměrově odpovídá délce dopadajících zvukových
vln. [2]



Obr. 23 Příklady akustických difuzorů [9]

1.2.6 Akustická kritéria uzavřených prostor

Nařízení vlády č. 272/2011 sb. a normy ČSN 73 0526, ČSN 73 0525 a ČSN 73 0531 specifikují technické požadavky na:

- školy
- veřejné prostory
- nevýrobní prostory
- kulturní prostory
- místnosti pro záznam, zpracování a poslech zvuku

Mezi základní posuzovaná akustická kritéria patří:

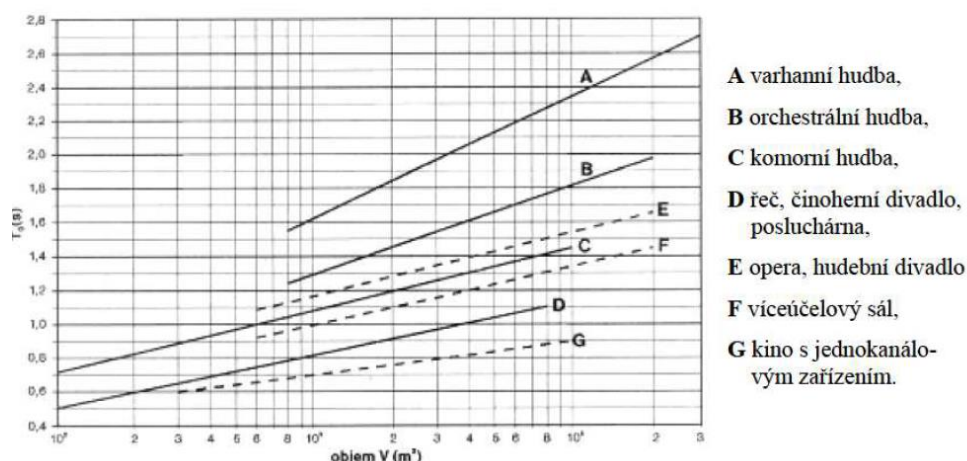
- optimální doba dozvuku,
- difuzita akustického pole,
- dodržování hladiny hluku v pozadí pod nejvyšší přípustnou hodnotou,
- srozumitelnost řeči.

Vhodným umístěním budovy a dispozičním uspořádáním vnitřních prostorů se snažíme dosáhnout co nejmenší hladiny akustického tlaku pozadí v jednotlivých prostorech. Prostory, které slouží pro obsluhu zařízení, s jejichž provozem souvisí hluk (VZT jednotky, ventilátory, chladicí zařízení, čerpadla, kotelny apod.), by neměly přímo sousedit s prostory, u kterých jsou kladeny požadavky na maximální přípustný hluk v pozadí. **Hluk z pozadí** proniká do posuzovaného prostoru z exteriéru nebo ze sousedících místností. Posuzovanými parametry jsou ekvivalentní hladina akustického tlaku L_{AeqT} pro hluky ustáleného charakteru (silnice, VZT jednotka) a maximální hladina akustického tlaku L_{Amax} pro nahodilé hluky. [1]

Nejvyšší přípustná hladina akustického tlaku se doporučuje:

- pro studovny a čítárny $L_{AeqT}=40$ dB
- pro přednáškové síně, hudební zkušebny a kina s analogovým zvukovým zařízením $L_{AeqT}=30-35$ dB
- pro kina s vícekanálovým digitálním zvukovým zařízením $L_{AeqT}=30-32$ dB
- pro koncertní sály, opery a divadla $L_{AeqT}=25$ dB

Rozhodujícím požadavkem pro ideální akustické poměry uzavřených prostorů je **optimální doba dozvuku**, která je pro místnosti odlišných účelů různá. Optimální dobu dozvuku lze definovat jako dobu, při níž zvuk v prostoru nabývá optimální poslechové kvality a řeč optimální srozumitelnosti. [1]



Obr. 24 Optimální doba dozvuku v závislosti na objemu a účelu místnosti [1]

Objem prostoru se stanovuje dle hygienických, provozních a akustických požadavků. Na jednu osobu je nutno z hygienických a provozních důvodů počítat s objemem nejméně 4 m³. Dolní hranice celkového objemu ale většinou nevyhovuje z hlediska akustiky a nejčastěji se setkáme s těmito problémy:

- prostory s objemy 100 m³ zpravidla nevyhovují z hlediska vlnové akustiky
- malé prostory mají krátkou dobu dozvuku a pro hudební účely v nich nelze dosáhnout optimální doby dozvuku
- je-li akustický výkon zdroje příliš velký, pak snaha o snížení vysoké hladiny akustického tlaku v malém prostoru vede zároveň k příliš krátké době dozvuku

Horní hranice je zase limitována dosažitelným akustickým výkonem zdroje zvuku a možnostmi dosáhnout optimální doby dozvuku. Doporučené maximální objemy z hlediska využití daného prostoru jsou uvedeny v tabulce. [3]

Tab. 4 Maximální objemy prostorů doporučené z hlediska možného akustického výkonu zdrojů živé hudby a řeči. [3]

Účel využití	Řeč	Hudební divadlo	Komorní hudba	Symfonická hudba	Varhanní hudba
Maximální objem [m ³]	5 000	15 000	5 000	25 000	30 000

Při přenosu signálů řeči zkoumáme **srozumitelnost** především v místě posluchače. Srozumitelnost můžeme označit jako procentuální poměr správně zaslechnutých prvků řeči (slabik, slov či vět) k celkovému počtu vyslovených prvků. Srozumitelnost je závislá na době dozvuku, vzdálenosti zdroje, objemu prostoru a na odstupě hladiny řeči od hladiny hluku pozadí. [1]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA KINA

AIR CONDITIONING OF THE CINEMA

B) VÝPOČTOVÁ ČÁST

SECTION OF THE CALCULATIONS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

David Czempka

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2019

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

2.1 Analýza objektu

2.1.1 Popis objektu kina

Objekt kina je situovaný ve vybrané lokalitě Ostrava-jih. Samotný kinosál s celkovou kapacitou 75 osob je umístěný ve středu budovy a je obklopen zázemím jak pro návštěvníky, tak pro obsluhu kina. Návštěvníci si kromě sledování videoprodukce mohou také odpočinout v prostorném foyer s barem. V přízemí samozřejmě nechybí dostatečně prostorné hygienické zázemí a šatna.

Značnou část budovy zabírají prostory určené k chodu kina. Kinosál je doprovázen místností zvukaře a promítací místností. Celá východní část objektu pak náleží obsluze a zaměstnancům kina. V prvním nadzemním podlaží nalezneme šatny, sklady a kancelář. Druhé nadzemní podlaží je vybaveno nahrávacím studiem s místností režie, dílnou pro zpracování zvuk a videa, denní místností a hygienickým zázemím.

Budova je nepodsklepená, se dvěma nadzemními podlažími, umístěná na rovném terénu. Konstrukčně je řešena z pórobetonových tvárnic s předpjatými stropními panely. Střecha je rovná, více úrovněová. V kinosálu je střešní konstrukce tvořená z ocelových příhradových nosníků, které jsou zakryty podhledem.

2.1.2 Rozdělení na funkční celky

Objekt je rozdělen na 3 zařízení (funkční celky), dle provozních požadavků.

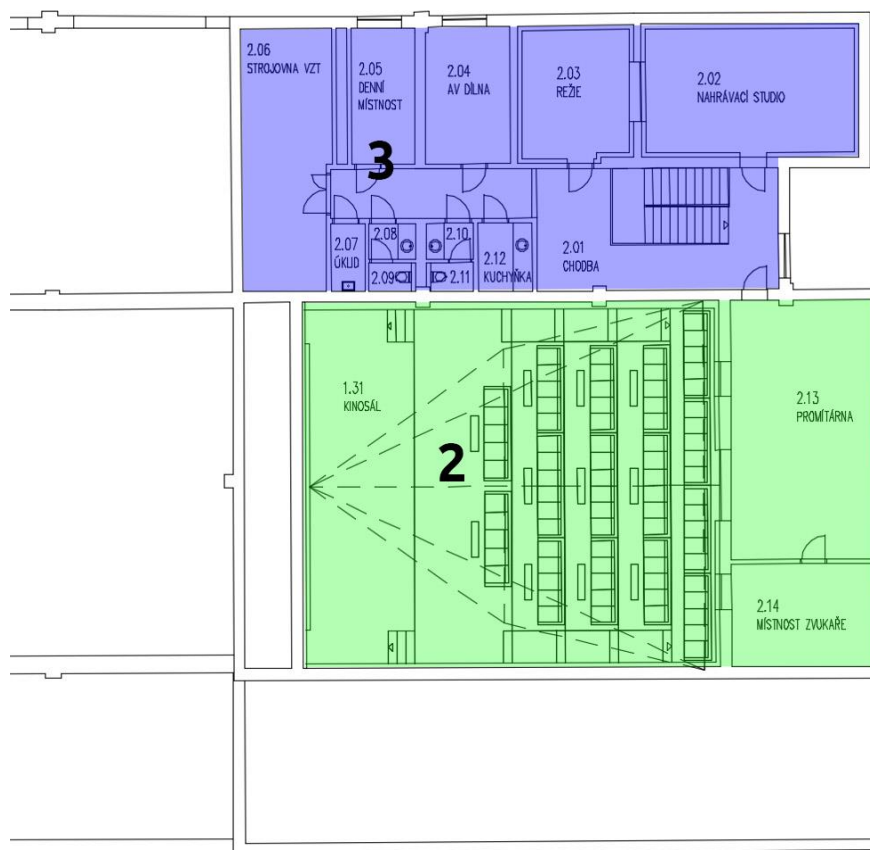
Zařízení č. 1 – Zázemí pro návštěvníky

Zařízení č. 2 – Kinosál

Zařízení č. 3 – Zázemí pro zaměstnance



Obr. 25 Funkční celky v 1.NP



Obr. 26 Funkční celky v 2.NP

2.1.3 Klimatické údaje stavby

Budova kina je umístěna v lokalitě Ostrava-jih. Pro stanovení návrhových klimatických podmínek byly použity hodnoty z normy ČSN 12 7010 Z1 a jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 5 Klimatické údaje stavby

	Teplota [°C]	Entalpie [kJ/kg]
Zima	-17,8	-
Léto	32,6	63,8

2.1.4 Požadavky na vnitřní prostředí

Tab. 6 Požadavky na vnitřní prostředí

	Teplota [°C]	Relativní vlhkost vzduchu [%]	Rychlost proudění vzduchu [m/s]
Zima	21	nejméně 30%	0,13 – 0,20
Léto	25	nejvýše 65%	0,16 – 0,25

2.2 Skladby konstrukcí a výpočet součinitele prostupu tepla U

Při výpočtu součinitele prostupu tepla U byly použity následující vztahy:

Odpor při prostupu tepla i-tou vrstvou

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i} \quad [\text{m}^2\text{K/W}]$$

kde λ_i součinitel tepelné vodivosti [W/mK]
 d_i tloušťka i-té vrstvy konstrukce [m]

Celkový tepelný odpor

$$R = R_{si} + \sum_{i=1}^n R_i + R_{se} \quad [\text{m}^2\text{K/W}]$$

kde R_{se} odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [m²K/W]
 R_{si} odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [m²K/W]

Součinitel prostupu tepla

$$U = \frac{1}{R} \quad [\text{m}^2\text{K/W}]$$

Tab. 7 Výpočet součinitele prostupu tepla obvodové stěny

SO1 - Obvodová stěna 400 mm	d[m]	λ[W/mK]	R[m²K/W]	U[W/m2K]	Požado- vané U	Doporu- čené U
tepelně izolační omítka vnitřní	0,01	0,13	0,077	0,18	0,30	těžká 0,25 lehká 0,20
pórobetonové tvárnice Ytong Standard	0,3	0,105	2,857			
tepelná izolace	0,1	0,044	2,273			
tepelně izolační omítka vnější	0,01	0,13	0,077			
	R _{si}	R _{se}	R	RT	dle ČSN 73 0540-2	
	0,13	0,04	5,284	5,454		

Tab. 8 Sumarizační tabulka vypočtených hodnot součinitele prostupu tepla konstrukcí ve srovnání s ČSN EN 730540-2:2011

Konstrukce	U - vypočtené [W/m ² K]	U - požadované [W/m ² K]	U – doporučené [W/m ² K]
OS1 – obvodová stěna 400 mm	0,18	0,30	0,25 - těžká 0,20 - lehká
VS1 – vnitřní stěna 400 mm	0,26	2,70	1,80
VS2 – vnitřní stěna 175 mm	0,71	2,70	1,80
VS3 – vnitřní stěna 150 mm	0,82	2,70	1,80
VS4 – vnitřní stěna 100 mm	1,16	2,70	1,80
P1 – podlaha na zemině 400 mm	0,28	0,45	0,30
S1 – stropní konstrukce 300 mm	1,23	2,20	1,45
PS1 – plochá střecha 400 mm	0,16	0,24	0,16
PS2 – plochá střecha 500 mm	0,14	0,24	0,16
O – okno	0,91	1,50	1,20
D1 – dveře vnější	1,15	1,70	1,20
D2 – dveře vnitřní	2	3,50	2,30

Výpočet součinitele prostupu tepla ostatních konstrukcí je k nahlédnutí v sekci přílohy.

2.3 Výpočet tepelných ztrát

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

$$H_{T,ie} = \sum(A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k) \quad [\text{W/K}]$$

kde A_k plocha konstrukce [m²]
 U_{kc} součinitel prostupu tepla konstrukce [W/m²K]
 e_k korekční činitel zahrnující exponování, klimatické podmínky,..1 [-]

$$U_{kc} = U_k + \Delta U \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$

kde ΔU korekční součinitel [W/m²K]

Tepelné ztráty zeminou

$$H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equie,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w \quad [\text{W/K}]$$

kde $U_{equie,K}$ ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce v kontaktu se zeminou $[\text{W/m}^2\text{K}]$

f_{g1} opravný součinitel, uvažující vliv roční změny průběhu venkovní teploty, stanovena národní hodnota $[-]$

f_{g2} opravný teplotní součinitel, zahrnující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou $[-]$

G_w opravný součinitel na vliv spodní vody $[-]$

$$f_{g2} = \frac{(\theta_{int,i} - \theta_{m,e})}{(\theta_{int,i} - \theta_e)} \quad [-]$$

kde $\theta_{int,i}$ teplota interiéru $[^\circ\text{C}]$

$\theta_{m,e}$ teplota zeminy $[^\circ\text{C}]$

θ_e venkovní výpočtová teplota $[^\circ\text{C}]$

Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty

$$H_{T,ij} = \sum (A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}) \quad [\text{W/K}]$$

kde f_{ij} součinitel redukce teploty $[-]$

$$f_{ij} = \frac{(\theta_{int,i} - \theta_j)}{(\theta_{int,i} - \theta_e)} \quad [-]$$

kde θ_j teplota přilehlého prostoru $[^\circ\text{C}]$

Celková měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ig} + H_{T,ij} \quad [\text{W/K}]$$

Navrhovaná ztráta prostupem

$$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [\text{W}]$$

Tab. 9 Tepelné ztráty skupina místností foyer, bar a chodba

Foyer 1.03, bar 1.04 a chodba 1.14						
<u>Tepelné ztráty do vnějšího prostředí</u>						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěna	50,20	0,18	0,02	0,20	1,00	10,21
Střecha	63,86	0,14	0,02	0,16	1,00	10,16
Okno	11,43	0,91	0	0,91	1,00	10,40
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						30,77
<u>Tepelné ztráty zeminou</u>						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině (1.03,1.04)	63,86	0,14	17,78	1,45	0,44	1
Podlaha na zemině (1.14)	21,03	0,14	5,85	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						15,01
<u>Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty</u>						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.13	3,37	0,71	0,077	0,19		
Dveře 1.13	1,83	2	0,077	0,28		
Stěna 1.11	4,61	0,71	0,077	0,25		
Dveře 1.11	1,83	2	0,077	0,28		
Stěna 1.09	4,61	0,71	0,077	0,25		
Dveře 1.09	1,83	2	0,077	0,28		
Stěna 1.06	5,02	0,71	0,077	0,28		
Dveře 1.06	1,83	2	0,077	0,28		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						2,10
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						47,88
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	47,88	1857,78		

Tab. 10 Tepelné ztráty kinosálu

Kino - 1.31						
<u>Tepelné ztráty do vnějšího prostředí</u>						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěna	34,56	0,18	0,02	0,20	1,00	7,03
Střecha	166,11	0,16	0,02	0,18	1,00	30,21
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						37,24
<u>Tepelné ztráty zeminou</u>						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	166,11	0,28	46,23	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						29,37
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						66,61
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	66,61	2584,58		

Tab. 11 Tepelné ztráty nahrávacího studia

Nahrávací studio 2.02						
<u>Tepelné ztráty do vnějšího prostředí</u>						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěna	59,40	0,18	0,02	0,20	1,00	12,08
Střecha	33,14	0,14	0,02	0,16	1,00	5,27
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						17,35
<u>Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty</u>						
	A_k	U_k		f_{ij}		$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
Strop 1.20	1,48	1,23		0,077		0,14
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						0,14
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						17,49
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	17,49	678,75		

Výpočet tepelných ztrát prostupem ostatních místností je k nahlédnutí v přílohách.

Celková tepelná ztráta prostupem pro jednotlivá zařízení:

- Zařízení č. 1 – zázemí pro návštěvník: 4 268 W
- Zařízení č. 2 – kinosál: 3 597 W
- Zařízení č. 3 – zázemí pro zaměstnance: 4 564 W

Celková tepelná ztráta prostupem objektu: **12 437 W**

2.4 Výpočet tepelné zátěže

Pro tři typické místnosti objektu byl proveden přesný výpočet tepelných zátěží v softwaru TERUNA. U ostatních místností byla tepelná zátěž určena přibližně dle podlahové plochy a charakteru využití s použitím vypočtených hodnot.

2.4.1 Foyer, bar a chodba

ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU

Venkovní stěna

- OS1 Obvodová stěna 400 mm (52.105m², 0.4m, 0.075W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kgK)
 - Okno venkovní (11.475m², 0.91W/m²K)

Vnitřní stěna

- Stěna do 1.32 (VS1 vnitřní stěna 400 mm: 115.2525m², 0.4m, 0.11W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kgK)
 - Dveře vnitřní (3.45m², 2W/m²K)
- Stěna do 1.01 a 1.02 (VS2 Vnitřní stěna 175 mm: 22.71m², 0.175m, 0.153W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kgK)

- Dveře vnitřní (4.21m², 2W/m²K)
- Stěna do 1.05 (VS2 Vnitřní stěna 175 mm: 26.988m², 0.175m, 0.153W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kgK)
 - Dveře vnitřní (1.827m², 2W/m²K)
- Stěna do hygienického zázemí (VS2 Vnitřní stěna 175 mm: 32.952m², 0.175m, 0.153W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kgK)
 - Dveře vnitřní (1.827m², 2W/m²K)
 - Dveře vnitřní (1.827m², 2W/m²K)
 - Dveře vnitřní (1.827m², 2W/m²K)
 - Dveře vnitřní (1.827m², 2W/m²K)
- Stěna do 1.15 (VS1 vnitřní stěna 400 mm: 3.618m², 0.4m, 0.11W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kgK)
 - Dveře vnitřní (1.827m², 2W/m²K)

Strop

- S1 stropní konstrukce 300 mm (20.13m², 0.3m, 0.637W/mK, 2100kg/m³, 1020kJ/kgK)

Střecha

- PS2 plochá střecha 500 mm (63.862m², 0.5m, 0.071W/mK, 1600kg/m³, 1020kJ/kgK)

Podlaha

- P1 podlaha na zemině (83.99m², 0.4m, 0.116W/mK, 1900kg/m³, 800kJ/kgK)

Další akumulční hmota

- Nábytek (20m², 200kg, 800kJ/kgK)

VSTUPNÍ ÚDAJE

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 100s

Objem místnosti : 392.13m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 20 - 24h, 1260W

Větrání[1]: 10 - 22h, 300m³/h

Větrání[2]: 22 - 24h, 50m³/h

Větrání[3]: 0 - 10h, 50m³/h

Ostatní tepelné zdroje: NE

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 10 - 22h, 75kg, počet osob: 20

Biologická produkce[2]: 22 - 24h, 75kg, počet osob: 3

Sálavé plochy: NE

VÝSLEDKY

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 13.56h: Citelné teplo Max= 6061.98W

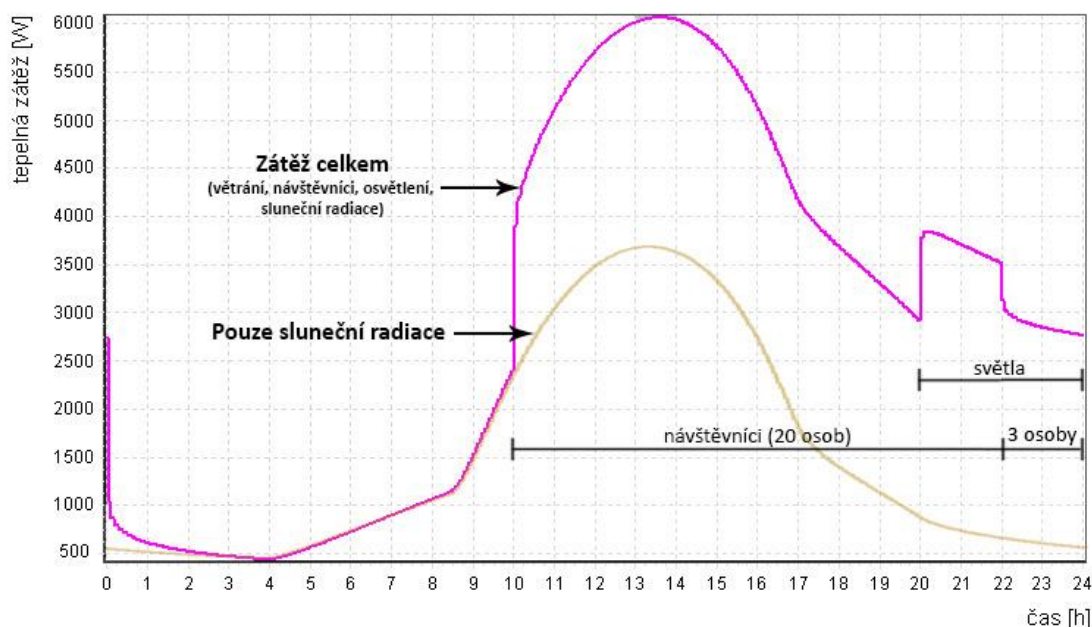
21.7. 3.97h: Citelné teplo Min= 441.54W

21.7. 13.56h: Vázané teplo=1062.41W Měrná tz = 3.64W/K

21.7. 13.56h: Potřeba chladu = 70.1kWh Potřeba tepla = 0kWh

Suma potřeby chladu = 70.1kWh

Suma potřeby tepla = 0kWh



Obr. 27 Graf průběhu tepelné zátěže v místnosti Foyer

2.4.2 Kinosál

ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU

Venkovní stěna

- OS1 Obvodová stěna 400 mm (28.6m², 0.4m, 0.075W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kgK)

Vnitřní stěna

- Stěna do 1.31 (VS1 Vnitřní stěna 400 mm: 93.9m², 0.4m, 0.11W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kgK)
- Stěna do 1.01 a 1.03 (VS1 Vnitřní stěna 400 mm: 75.365m², 0.4m, 0.11W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kgK)
 - Dveře vnitřní (3.825m², 2W/m²K)

- Stěna do 1.14, 2.13 a 2.14 (VS1 Vnitřní stěna 400 mm: 89.796m², 0.4m, 0.11W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kg)
 - Okno do promítárny malé (1.032m², 2W/m²K)
 - Okno do místnosti zvukaře malé (1.032m², 2W/m²K)
 - Okno do promítárny velké (2.04m², 2W/m²K)
- Stěna do 1.15 a 2.01 (VS1 Vnitřní stěna 400 mm: 103.575m², 0.4m, 0.11W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kgK)
- Dveře vnitřní (3.825m², 2W/m²K)

Další akumulční hmota

- Nábytek (20m², 250kg, 800kJ/kgK)

Střecha

- PS1 plochá střecha 400 mm (166.1m², 0.4m, 0.066W/mK, 1600kg/m³, 1020kJ/kgK)

Podlaha

- P1 podlaha na zemině 400 mm (166.1m², 0.4m, 0.112W/mK, 1900kg/m³, 800kJ/kgK)

VSTUPNÍ ÚDAJE

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 100s

Objem místnosti : 1262.4m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení: NE

Větrání[1]: 0 - 24h, 50m³/h

Ostatní tepelné zdroje[1]: 10 - 23h, 2000W

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 10 - 23h, 75kg, počet osob: 20

Biologická produkce[2]: 14 - 23h, 75kg, počet osob: 20

Biologická produkce[3]: 17 - 23h, 75kg, počet osob: 35

Sálavé plochy: NE

VÝSLEDKY

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 19.42h: Citelné teplo Max= 8627.94W

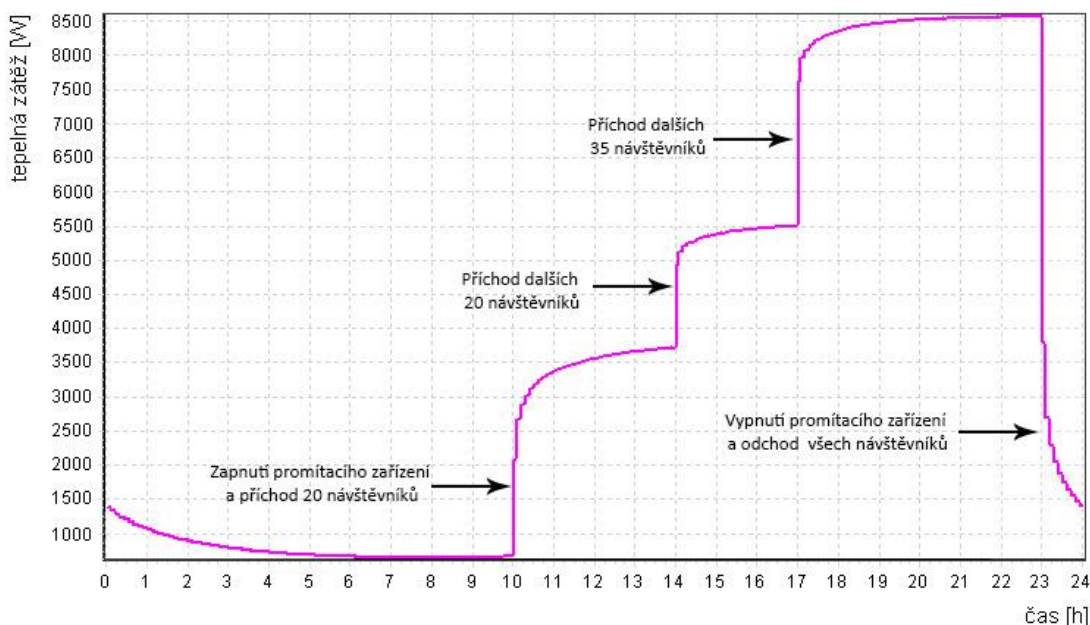
21.7. 8.14h: Citelné teplo Min= 628.28W

21.7. 19.42h: Vázané teplo=3984.05W Měrná tz = 6.73W/K

21.7. 19.42h: Potřeba chladu = 118.92kWh Potřeba tepla = 0kWh

Suma potřeby chladu = 118.92kWh

Suma potřeby tepla = 0kWh



Obr. 28 Graf průběhu tepelné zátěže v kinosálu

2.4.3 Sklad mobiliář

ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU

Venkovní stěna

- OS1 Obvodová stěna 400 mm (7.65m², 0.4m, 0.075W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kgK)
- Okno (2.25m², 0.91W/m²K)

Vnitřní stěna

- Stěna do 1.30 (VS1 Vnitřní stěna 400 mm: 6.92m², 0.4m, 0.112W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kgK)
- Stěna do 1.29 (VS2 Vnitřní stěna 175 mm: 16.84m², 0.175m, 0.175W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kgK)
- Stěna do 1.15 (VS2 Vnitřní stěna 175 mm: 5.69m², 0.175m, 0.175W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kgK)
- Dveře vnitřní (3.22m², 2W/m²K)
 - Stěna do 1.25 (VS1 Vnitřní stěna 400 mm: 23.76m², 0.4m, 0.112W/mK, 1000kg/m³, 900kJ/kgK)

Strop

- S1 stropní konstrukce 300 mm (19.03m², 0.3m, 0.164W/mK, 2100kg/m³, 1020kJ/kgK)

Podlaha

- P1 podlaha na zemině 400 mm (19.03m², 0.4m, 0.112W/mK, 1900kg/m³, 800kJ/kgK)

Další akumulční hmota

- Nábytek (20m², 200kg, 800kJ/kgK)

VSTUPNÍ ÚDAJE

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 100s

Objem místnosti : 62.8m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 20 - 23h, 100W

Větrání[1]: 0 - 24h, 50m³/h

Ostatní tepelné zdroje: NE

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 20 - 23h, 75kg, počet osob: 2

Sálavé plochy: NE

VÝSLEDKY

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 9h: Citelné teplo Max= 654.14W

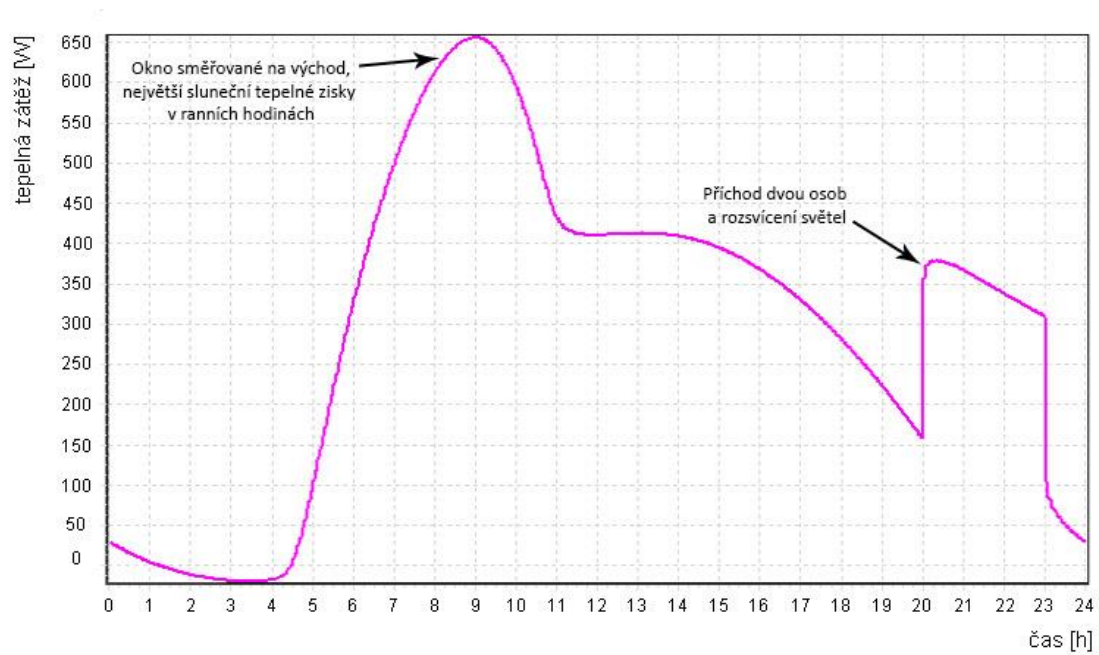
21.7. 3.36h: Citelné teplo Min= -22.02W

21.7. 9h: Vázané teplo=0W Měrná tz = 19.23W/K

21.7. 9h: Potřeba chladu = 7.12kWh Potřeba tepla = 0.06kWh

Suma potřeby chladu = 7.12kWh

Suma potřeby tepla = 0.06kWh



Obr. 29 Graf průběhu tepelné zátěže ve skladu

2.5 Stanovení průtoků vzduchu

Tab. 12 Stanovení průtoků vzduchu v zařízení č. 1

ZADÁNÍ												VÝPOČET														
místnost						léto		zima		Q		přívod										od- vod				
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	OBIEM[m³]	POČET OSOB		POŽ. VÝMĚNA VZDUCHU [h ⁻¹]	VZD/OSOBA, ZAŘÍZENÍ [m³/h]	t [°C]	ϕ [%]	t [°C]	ϕ [%]	TEP. ZISKY [W]	TEP. ZTRÁTY [W]	HYG. VZD z výměny [m³/h]	HYG. VZD na spotřební jednotku [m³/h]	VZD NA KRYTÍ T. ZISKŮ V LÉTĚ [m³/h]	VZD NA KRYTÍ T. ZTRÁT V ZÍMĚ[m³/h]	ČER. VZD. [m³/h]	PŘÍVOD [m³/h]	LÉTO t [°C]	ZIMA t [°C]	VÝMĚNA [h ⁻¹]	ODVOD [m³/h]				
Zařízení č. 1 - teplovzdušné větrání zázemí pro návštěvníky																										
101	Vstupní hala	192,8	25	2	25	25	65	21	30	2699	843	386	62 5	-	-	625	1200	19	21	6	1200					
102	Šatna	103,0	3	2	25	25	65	21	30	694	499	206	75	-	-	206	300	19	21	3	300					
103, 104, 114	Foyer, bar a chodba	392,1	25	2	25	25	65	21	30	6062	1858	784	62 5	-	-	784	800	19	21	2	800					
105	Příruční sklad	80,6	2	2	25	25	65	21	30	543	625	161	50	-	-	161	200	19	21	2	200					
106	Umývárna pers.	7,2	-	2	-	25	65	18	30	75	-21	14	30	-	-	30	50	19	21	7	50					
107	WC pers.	8,9	-	2	-	25	65	18	30	93	42	18	75	-	-	75	100	19	21	11	100					
108	Úklid	5,6	-	2	-	25	65	18	30	58	29	11	30	-	-	30	50	19	21	9	50					
109	Umývárna ženy	10,4	-	2	-	25	65	18	30	108	-44	21	60	-	-	60	75	19	21	7	75					
110	WC ženy	32,2	-	2	-	25	65	21	30	335	206	64	15 0	-	-	150	150	19	21	5	150					
111	Umývárna muži	10,4	-	2	-	25	65	18	30	108	-62	21	60	-	-	60	75	19	21	7	75					
112	WC muži	32,2	-	2	-	25	65	21	30	308	300	64	15 0	-	-	150	150	19	21	5	150					
113	WC inva- lidé	9,6	-	2	-	25	65	18	30	100	2	19	80	-	-	80	100	19	21	10	100					
												11183	4277							2411	3250					3250

Tab. 13 Stanovení průtoků vzduchu v zařízení č. 2

ZADÁNÍ												VÝPOČET												
místnost								léto		zima		Q		přívod										od- vod
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	OBJEM[m³]	POČET OSOB	POŽ. VÝMĚNA VZDUCHU [h ⁻¹]		VZD/OSOBA, ZAŘÍZENÍ [m³/h]		t	φ	t	φ	TEP. ZISKY [W]	TEP. ZTRÁTY [W]	HYG. VZD z výměny [m³/h]	HYG. VZD na spotřební jednotku [m³/h]	VZD NA KRYTÍ T. ZISKŮ V LÉTĚ [m³/h]	VZD NA KRYTÍ T. ZTRÁT V ZÍMĚ[m³/h]	ČER. VZD. [m³/h]	PŘÍVOD [m³/h]	LÉTO t [°C]	ZIMA t [°C]	VÝMĚNA [h ⁻¹]	ODVOD [m³/h]	
						[°C]	[%]	[°C]	[%]															
Zařízení č. 2 - Klimatizace kinosálu																								
131	Kinosál	1262	75	2	25	25	65	21	30	8628	2585	2525	1875	4779	716	2525	4800	20	22	4	4800			
213	Promítárna	168,4	3	2	25	25	65	21	30	2187	675	337	75	1211	187	337	1250	20	22	7	1250			
214	Místnost zvukaře	67,2	3	2	25	25	65	21	30	873	337	134	75	483	93	134	500	20	22	7	500			
										11688	3597					2996	6550					6550		

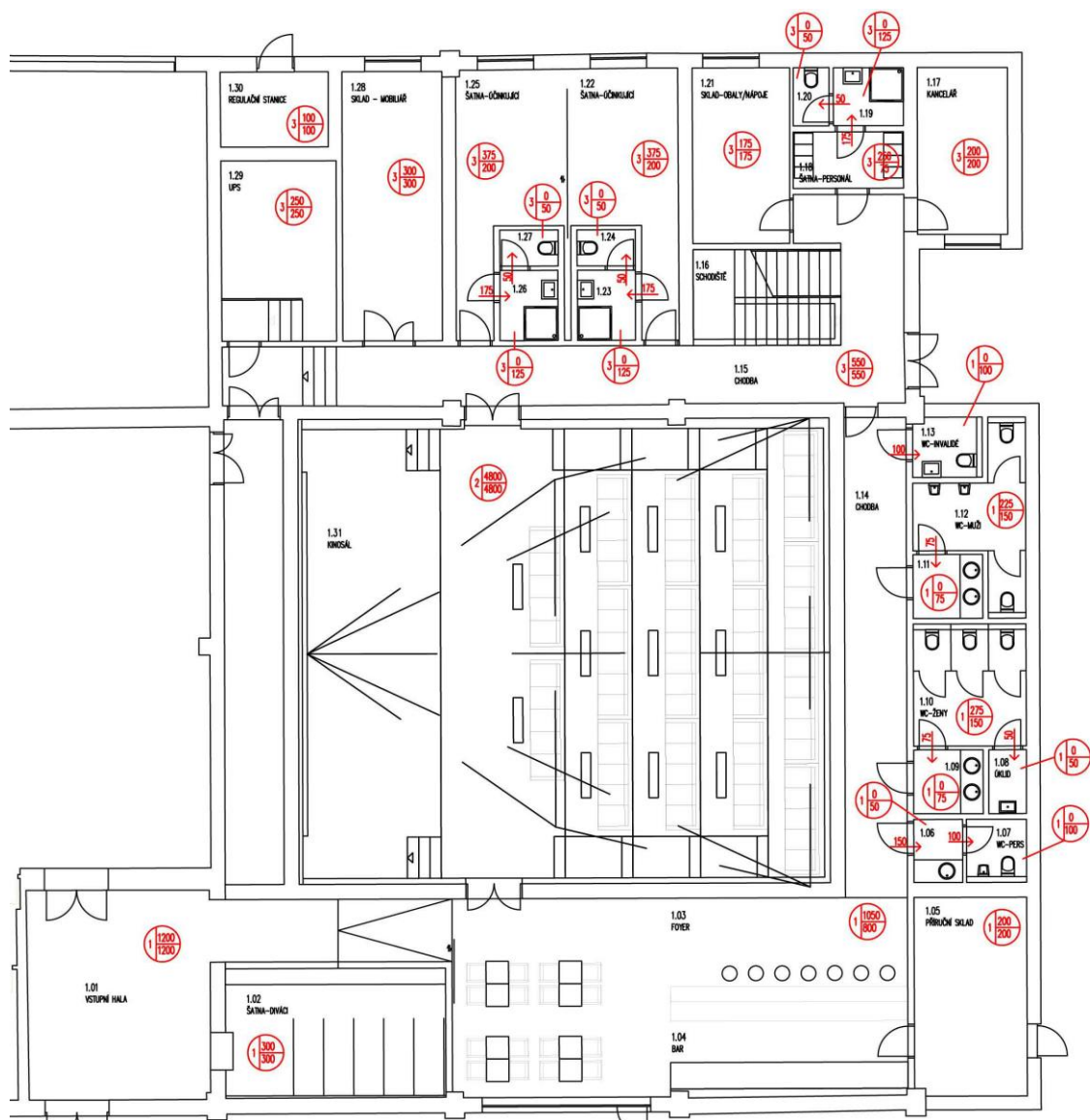
Tab. 14 Stanovení průtoků vzduchu v zařízení č. 3

ZADÁNÍ												VÝPOČET											
místnost						léto		zima		Q		přívod										od- vod	
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	OBJEM[m³]	POČET OSOB	POŽAD. VÝMĚNA VZDUCHU [h ⁻¹]	VZD/OSOBA, ZAŘÍZENÍ [m³/h]	t [°C]	φ [%]	t [°C]	φ [%]	TEP. ZISKY [W]	TEP. ZTRÁTY [W]	HYG. VZD z výměny [m³/h]	HYG. VZD na spotřební jednotku [m³/h]	VZD NA KRYTÍ T. ZISKŮ V LÉTĚ [m³/h]	VZD NA KRYTÍ T. ZTRÁT V ZÍMĚ[m³/h]	ČER. VZD. [m³/h]	PŘÍVOD [m³/h]	LÉTO t [°C]	ZIMA t [°C]	VÝMĚNA [h ⁻¹]	ODVOD [m³/h]		
Zařízení č. 3 - Teplovzdušné větrání zázemí pro zaměstnance																							
115, 116	Chodba a schodiště	154,8	10	2	25	25	65	21	30	1612	573	310	250	-	-	310	550	19	21	4	550		
117	Kancelář	35,3	3	2	25	25	65	21	30	368	407	71	75	-	-	75	200	19	21	6	200		
118	Šatna pers.	10,4	3	2	25	25	65	21	30	108	28	21	75	-	-	75	75	19	21	7	75		
119	Sprcha	9,5	-	2	-	25	65	21	30	99	97	19	120	-	-	120	125	19	21	13	125		
120	WC	4,9	-	2	-	25	65	18	30	51	-20	10	50	-	-	50	50	19	21	10	50		
121	Sklad obaly/nápoje	39,6	3	2	25	25	65	21	30	412	239	79	75	-	-	79	175	19	21	4	175		
122	Šatna účinkující 1	50,6	8	2	25	25	65	21	30	527	278	101	200	-	-	200	200	19	21	4	200		
123	Sprcha 1	9,5	-	2	-	25	65	21	30	99	42	19	120	-	-	120	125	19	21	13	125		
124	WC1	4,9	-	2	-	25	65	18	30	51	-47	10	50	-	-	50	50	19	21	10	50		
125	Šatna účinkující 2	50,6	8	2	25	25	65	21	30	527	268	101	200	-	-	200	200	19	21	4	200		
126	Sprcha 2	9,5	-	2	-	25	65	21	30	99	278	19	120	-	-	120	125	19	21	13	125		
127	WC 2	4,9	-	2	-	25	65	18	30	51	-47	10	50	-	-	50	50	19	21	10	50		
128	Sklad mobiliář	62,8	3	2	25	25	65	21	30	654	273	126	75	-	-	126	300	19	21	5	300		
129	UPS	48,4	3	2	25	25	65	21	30	504	100	97	75	-	-	97	250	19	21	5	250		
130	Regulační stanice	18,9	2	2	25	25	65	21	30	197	204	38	50	-	-	50	100	19	21	5	100		
201	Chodba a schodiště	175,5	10	2	25	25	65	21	30	1547	468	351	250	-	-	351	600	19	21	3	600		
202	Nahrávací studio	129,2	6	2	25	25	65	21	30	1139	679	258	150	-	-	258	500	19	21	4	500		
203	Režie	71	3	2	25	25	65	21	30	626	247	142	75	-	-	142	300	19	21	4	300		
204	AV dílna	51,7	5	2	25	25	65	21	30	455	261	103	125	-	-	125	200	19	21	4	200		
205	Denní místnost	38,4	5	2	25	25	65	21	30	339	211	77	125	-	-	125	150	19	21	4	150		
206	Strojovna VZT	102,6	3	2	25	25	65	21	30	1704	265	205	75	-	-	205	250	19	21	2	250		
207	Úklid	10,3	-	2	-	25	65	21	30	90	16	21	30	-	-	30	50	19	21	5	50		
208	Umývárna 1	7,5	-	2	-	25	65	18	30	66	-36	15	30	-	-	30	50	19	21	7	50		
209	WC 1	6	-	2	-	25	65	18	30	53	-12	12	50	-	-	50	50	19	21	8	50		
210	Umývárna 2	7,52	-	2	-	25	65	18	30	66	-12	15	30	-	-	30	50	19	21	7	50		
211	WC 2	6	-	2	-	25	65	18	30	53	-36	12	50	-	-	50	50	19	21	8	50		
212	Kuchyňka	18	-	8	-	25	65	21	30	158	62	144	150	-	-	150	150	19	21	8	150		
										11655	4786						3268	5000					5000

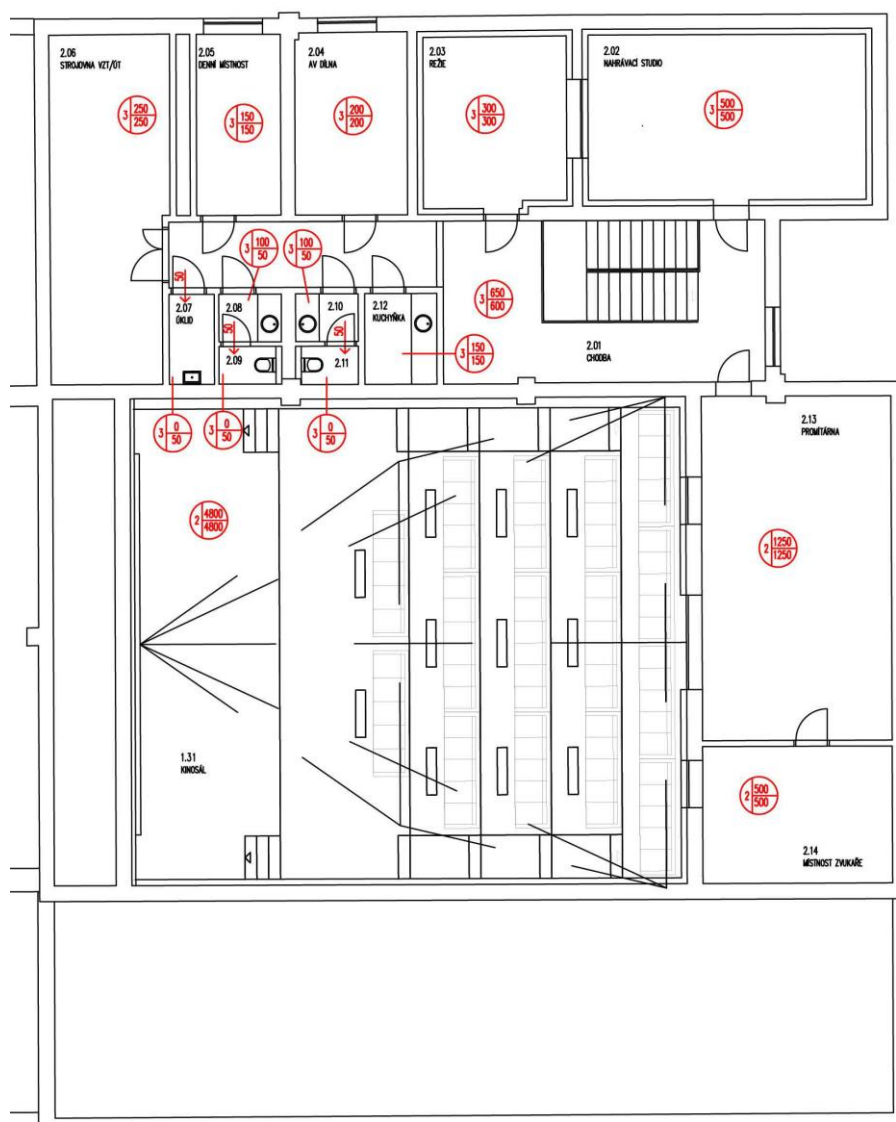
2.6 Tlakové poměry

Všechny 3 zařízení budou pracovat v rovnotlakovém režimu, jejich vzduchotechnické jednotky budou přivádět a odvádět stejné množství vzduchu.

Ve většina místností hygienického zázemí je navrženo podtlakové větrání, a proto bylo množství přiváděného vzduchu v přilehlých prostorech navýšeno.



Obr. 30 Tlakové poměry v 1.NP

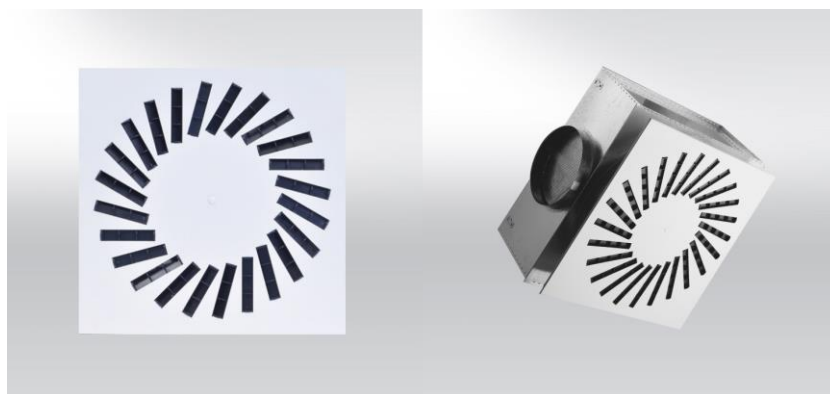


Obr. 31 Tlakové poměry v 2.NP

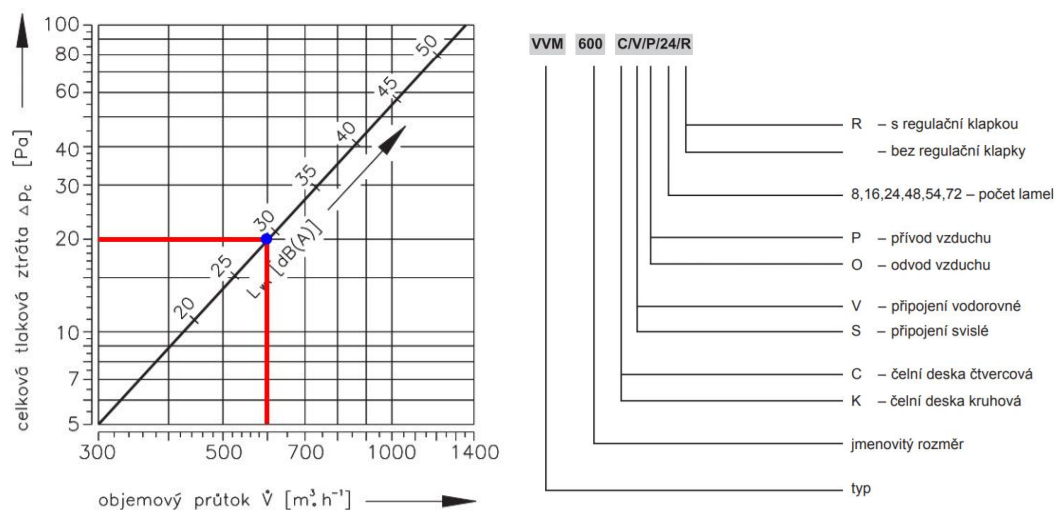
2.7 Návrh distribučních elementů

2.7.1 Vyúst' s vířivým výtokem vzduchu

Vyúst' s vířivým výtokem vzduchu je ručně přenastavitelná vyúst' s lopatkami pro odklon proudu vzduchu. Jde o koncový vzduchotechnický element pro distribuci vzduchu umožňující optimální usměrnění výtokového proudění vzhledem k potřebám klimatizovaných nebo větraných prostorů. Vířivým výstupem vzduchu je zajištěno jeho intenzivní promíchání se stávajícím vzduchem. Je možno je použít jak pro přívod, tak pro odvod vzduchu. [18]



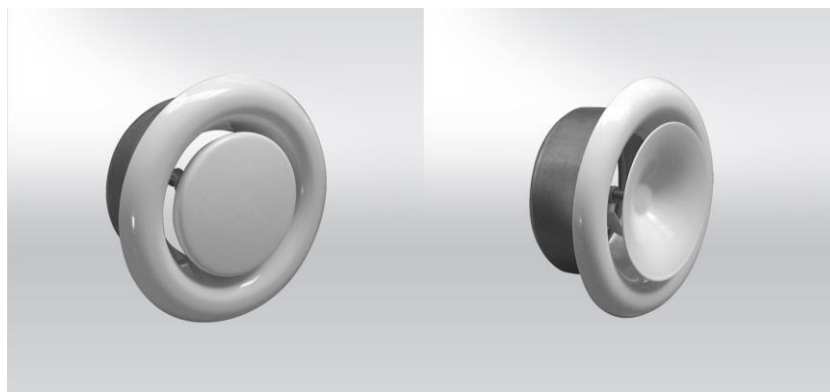
Obr. 32 Vířivá vyúst' [18]



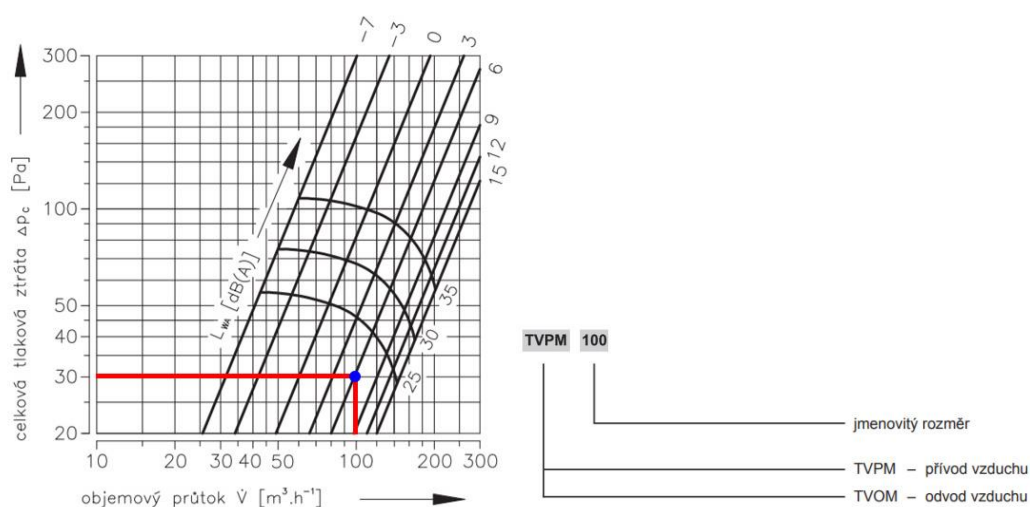
Obr. 33 Určení tlakové ztráty a akustického výkonu pro přívodní vířivou vyúst' v místnosti 101 a legenda značení [18]

2.7.2 Talířový ventil

Talířový ventil je koncový vzduchotechnický element určený pro distribuci vzduchu ve větraných nebo klimatizovaných prostorech. Je vhodný pro odvod (TVOM) a přívod (TVPM) vzduchu z WC, koupelen a jiných menších prostor. [19]



Obr. 34 Talířový ventil pro přívod (vlevo) a odvod (vpravo) vzduchu [19]



Obr. 35 Určení tlakové ztráty a akustického výkonu pro přírodní talířový ventil v místnosti 208 a legenda značení [19]

2.7.3 Umístění distribučních elementů v místnostech

Tab. 15 Výpis navržených přírodních distribučních elementů

Přívod							
Č. místnosti	Ozn.	Název	Přívod celkem	Průtok jednoho prvku [m3/h]	Tlaková ztráta [Pa]	Akustický výkon [dB(A)]	Počet [ks]
101	VVM600 C/V/P/48/R	Vířivá výust'	1200	600	20	29	2
102	VVM500 C/V/P/24/R	Vířivá výust'	300	300	17	30	1
103,104, 114	VVM500 C/V/P/24/R	Vířivá výust'	1050	350	21	34	3
105	VVM500 C/V/P/24/R	Vířivá výust'	200	200	8	17	1
106	-	-	-	-	-	-	-
107	-	-	-	-	-	-	-
108	-	-	-	-	-	-	-
109	-	-	-	-	-	-	-

110	TVPM 200	Talířový ventil	275	275	45	28	1
111	-	-	-	-	-	-	-
112	TVPM 200	Talířový ventil	225	225	30	22	1
113	-	-	-	-	-	-	-
115,116	VVM500 C/V/P/24/R	Vířivá výustě	550	275	14	28	2
117	VVM500 C/V/P/24/R	Vířivá výustě	200	200	8	17	1
118	TVPM 200	Talířový ventil	250	250	40	26	1
119	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-
121	TVPM 200	Talířový ventil	175	175	30	18	1
122	VVM500 C/V/P/24/R	Vířivá výustě	375	375	26	37	1
123	-	-	-	-	-	-	-
124	-	-	-	-	-	-	-
125	VVM500 C/V/P/24/R	Vířivá výustě	375	375	26	37	1
126	-	-	-	-	-	-	-
127	-	-	-	-	-	-	-
128	VVM500 C/V/P/24/R	Vířivá výustě	300	300	17	30	1
129	VVM500 C/V/P/24/R	Vířivá výustě	250	250	11	24	1
130	TVPM 125	Talířový ventil	100	100	30	20	1
131	VVM600 C/V/P/48/R	Vířivá výustě	4797	533	15	25	9
201	VVM500 C/V/P/24/R	Vířivá výustě	650	325	18	32	2
202	VVM500 C/V/P/24/R	Vířivá výustě	500	250	11	24	2
203	VVM500 C/V/P/24/R	Vířivá výustě	300	300	17	30	1
204	VVM500 C/V/P/24/R	Vířivá výustě	200	200	8	17	1
205	TVPM 200	Talířový ventil	150	150	24	20	1
206	VVM500 C/V/P/24/R	Vířivá výustě	250	250	11	24	1
207	-	-	-	-	-	-	-
208	TVPM 125	Talířový ventil	100	100	30	20	1
209	-	-	-	-	-	-	-
210	TVPM 125	Talířový ventil	100	100	30	20	1
211	-	-	-	-	-	-	-
212	TVPM 200	Talířový ventil	150	150	24	20	1

213	VVM600 C/V/P/48/R	Vířivá výust	1250	625	22	30	2
214	VVM600 C/V/O/48/R	Vířivá výust	500	500	14	24	1

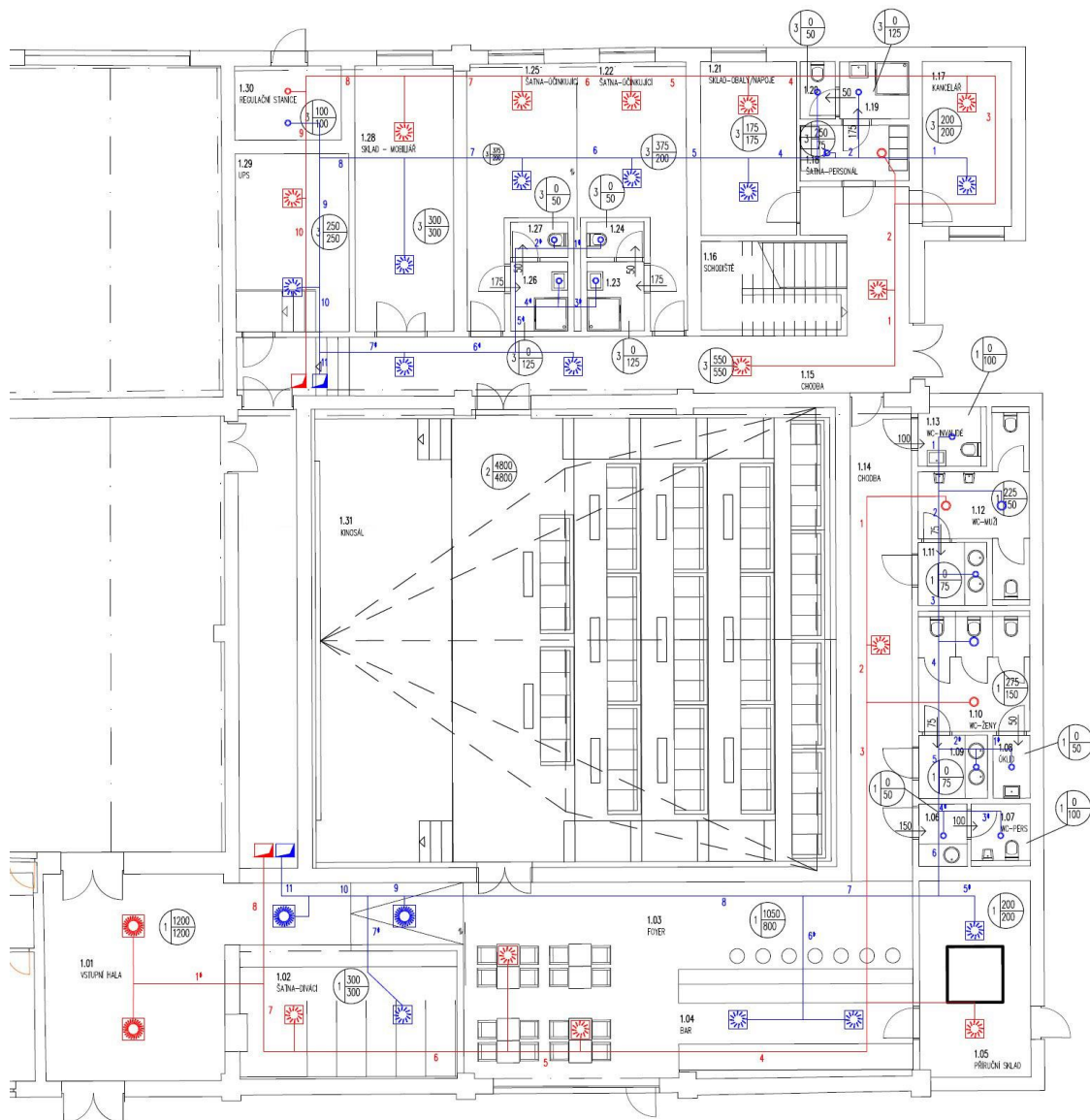
Tab. 16 Výpis navržených odvodních distribučních elementů

Odvod							
Č. místnosti	Ozn.	Název	Odvod celkem	Průtok jednoho prvku [m3/h]	Tlaková ztráta [Pa]	Akustický výkon [dB(A)]	Počet [ks]
101	VVM600 C/V/O/48/R	Vířivá výust	1200	600	20	29	2
102	VVM500 C/V/O/24/R	Vířivá výust	300	300	17	30	1
103,104, 114	VVM500 C/V/O/24/R	Vířivá výust	800	400	38	28	2
105	VVM500 C/V/O/24/R	Vířivá výust	200	200	8	17	1
106	TVOM 125	Talířový ventil	50	50	25	15	1
107	TVOM 125	Talířový ventil	100	100	24	15	1
108	TVOM 125	Talířový ventil	50	50	25	15	1
109	TVOM 125	Talířový ventil	75	75	25	15	1
110	TVOM 200	Talířový ventil	150	150	25	15	1
111	TVOM 125	Talířový ventil	75	75	25	15	1
112	TVOM 200	Talířový ventil	150	150	25	15	1
113	TVOM 125	Talířový ventil	100	100	24	15	1
115,116	VVM500 C/V/O/24/R	Vířivá výust	550	275	14	28	2
117	VVM500 C/V/O/24/R	Vířivá výust	200	200	8	17	1
118	TVOM 125	Talířový ventil	75	75	25	15	1
119	TVOM 125	Talířový ventil	125	125	25	15	1
120	TVOM 125	Talířový ventil	50	50	25	15	1
121	TVOM 200	Talířový ventil	175	175	30	18	1
122	VVM500 C/V/O/24/R	Vířivá výust	200	200	8	17	1
123	TVOM 125	Talířový ventil	125	125	25	15	1
124	TVOM 125	Talířový ventil	50	50	25	15	1

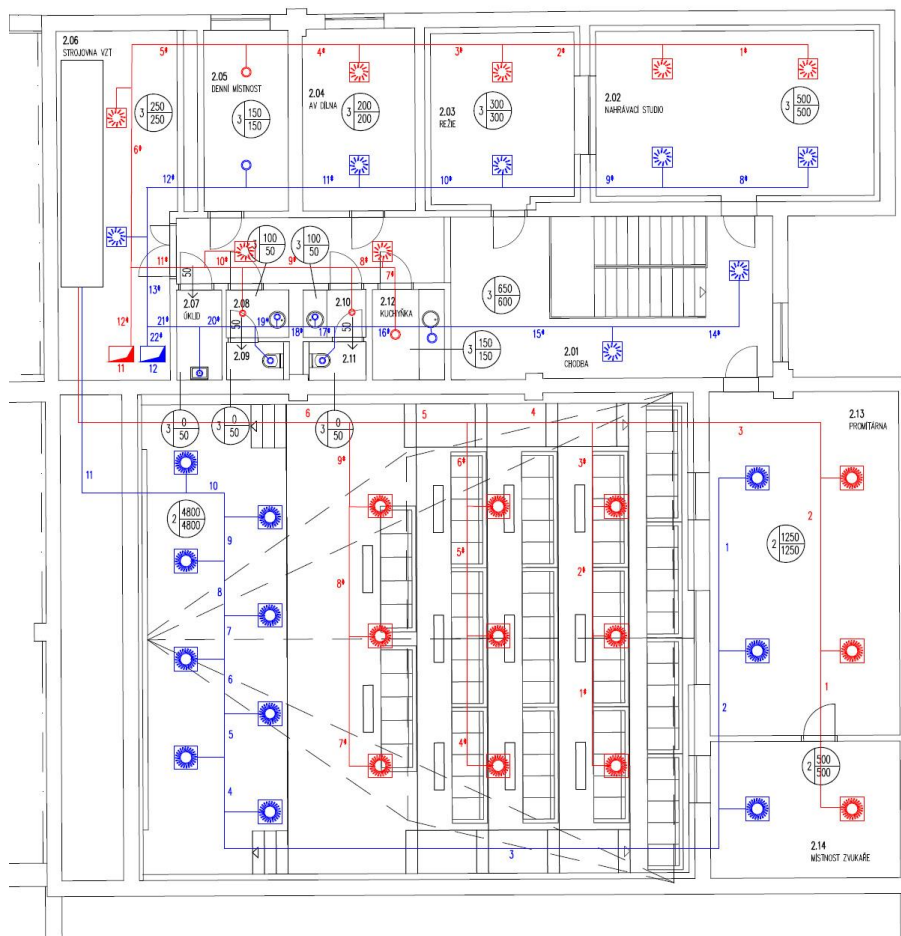
125	VVM500 C/V/O/24/R	Vířivá výustě	200	200	8	17	1
126	TVOM 125	Talířový ventil	125	125	25	15	1
127	TVOM 125	Talířový ventil	50	50	25	15	1
128	VVM500 C/V/O/24/R	Vířivá výustě	300	300	17	30	1
129	VVM500 C/V/O/24/R	Vířivá výustě	250	250	11	24	1
130	TVOM 125	Talířový ventil	100	100	24	15	1
131	VVM600 C/V/O/48/R	Vířivá výustě	4800	600	20	29	8
201	VVM500 C/V/O/24/R	Vířivá výustě	600	300	17	30	2
202	VVM500 C/V/O/24/R	Vířivá výustě	500	250	11	24	2
203	VVM500 C/V/O/24/R	Vířivá výustě	300	300	17	30	1
204	VVM500 C/V/O/24/R	Vířivá výustě	200	200	8	17	1
205	TVOM 200	Talířový ventil	150	150	25	15	1
206	VVM500 C/V/O/24/R	Vířivá výustě	250	250	11	24	1
207	TVOM 125	Talířový ventil	50	50	25	15	1
208	TVOM 125	Talířový ventil	50	50	25	15	1
209	TVOM 125	Talířový ventil	50	50	25	15	1
210	TVOM 125	Talířový ventil	50	50	25	15	1
211	TVOM 125	Talířový ventil	50	50	25	15	1
212	TVOM 200	Talířový ventil	150	150	25	15	1
213	VVM600 C/V/O/48/R	Vířivá výustě	1250	625	22	30	2
214	VVM600 C/V/O/48/R	Vířivá výustě	500	500	14	24	1

2.8 Dimenzování potrubí

Pro distribuci vzduchu bude navrženo obdélníkové potrubí z pozinkovaného ocelového plechu. Pro napojení koncových elementů bude navrženo ohebné zvukově izolační potrubí. Ve všech místnostech kromě technických místností budou potrubní rozvody zakryty podhledem.



Obr. 36 Schéma dimenzování potrubních rozvodů v 1.NP



Obr. 37 Schéma dimenzování potrubních rozvodů ve 2.NP

Tab. 17 Dimenzování hlavní větve přívodního potrubí zařízení č. 1

PŘÍVOD				HODNOTY										TLAK. ZTRÁTA	
				PŘEDBĚŽNÉ			SKUTEČNÉ - VYPOČTENÉ								
Číslo úseku	Průtok vzduchu		Délka úseku	Předběžná rychlost	Průtočná plocha	Průměr kruhového potrubí	Šířka	Výška	Průměr kruhového potrubí	Skutečná plocha potrubí (AxB)	Skutečná rychlost	Měrná tlaková ztráta	Součinitele vřazených odporů	Tlaková ztráta místními odpory	Tlaková ztráta třením a místními odpory
	V		l	w'	S'	d'	d		d _r	S	w	R _l	ξ	Z	Z+R*I
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	m	m		m	m ²	m/s	Pa.m-1	-	Pa	Pa
Zařízení č. 1						Přívodní potrubí					Hlavní větev				
1	225	0,06	6,2	3	0,021	0,163	0,160	0,160	0,169	0,026	2,44	1	0,6	2,15	8,4
2	575	0,16	1,6	3,2	0,050	0,252	0,315	0,160	0,221	0,050	3,17	1	0,6	3,62	5,2
3	850	0,24	8,6	3,3	0,072	0,302	0,400	0,160	0,275	0,064	3,69	0,67	0,6	4,90	10,66
4	1050	0,29	8,5	3,4	0,086	0,330	0,225	0,355	0,293	0,080	3,65	0,67	1,2	9,60	15,30
5	1400	0,39	1,9	3,7	0,105	0,366	0,280	0,355	0,334	0,099	3,91	0,67	0,6	5,51	6,78
6	1750	0,49	7,6	3,9	0,125	0,398	0,315	0,355	0,355	0,112	4,35	0,67	1,2	13,61	18,70
7	2050	0,57	0,9	4	0,142	0,426	0,355	0,355	0,376	0,126	4,52	1	0,6	7,35	8,25
8	3250	0,90	8,5	4,5	0,201	0,505	0,500	0,355	0,435	0,178	5,09	1	1,5	23,28	31,78
1*	1200	0,33	3,5	4,2	0,079	0,318	0,225	0,355	0,376	0,080	4,17				

	Σ =	105,13
Talířový ventil		30,00
Požární klapka		20,00
Sání		20,00
Protidešťová žaluzie		80,00
Tlumič hluku		100,00
Celková tlaková ztráta		355,03

Tab. 18 Dimenzování hlavní větve odvodního potrubí zařízení č. 1

č.ú.	V		l	w'	S'	d'	d (Š x V)			d _r	S	w	R ₁	ξ	Z	Z+R*I
-	m³/h	m³/s	m	m/s	m²	m	m			m	m²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
Zařízení č. 1						Odvodní potrubí					Hlavní větev					
1	100	0,03	2,5	3	0,009	0,109	0,100	0,100	0,10	0,010	2,78	2,1	0,6	2,78	8,03	
2	250	0,07	1,3	3	0,023	0,172	0,100	0,225	0,138	0,023	3,09	2,1	0,9	5,14	7,87	
3	325	0,09	2	3	0,030	0,196	0,125	0,225	0,161	0,028	3,21	2,1	0,9	5,56	9,76	
4	475	0,13	2,6	3,2	0,041	0,229	0,180	0,225	0,2	0,041	3,26	1	0,9	5,73	8,33	
5	600	0,17	1,7	3,3	0,051	0,254	0,225	0,225	0,225	0,051	3,29	1	0,9	5,85	7,55	
6	750	0,21	2,3	3,4	0,061	0,279	0,280	0,225	0,25	0,063	3,31	1	0,9	5,91	8,21	
7	950	0,26	2,5	3,7	0,071	0,301	0,315	0,225	0,263	0,071	3,72	1	1,1	9,15	11,65	
8	1750	0,49	10,4	3,9	0,125	0,398	0,315	0,355	0,334	0,112	4,35	1	0,9	10,20	20,60	
9	2350	0,65	1,3	4	0,163	0,456	0,355	0,400	0,376	0,142	4,60	1	0,9	11,41	12,71	
10	2650	0,74	1,3	4,5	0,164	0,456	0,355	0,450	0,397	0,160	4,61	1	0,9	11,47	12,77	
11	3250	0,90	6	4,7	0,192	0,495	0,355	0,500	0,435	0,178	5,09	1	2,7	41,91	47,91	

	Σ =	155,39
Talířový ventil		24,00
Požární klapka		20,00
Výfuk		20,00
Výfukový kus s mřížkou		80,00
Tlumič hluku		100,00
Celková tlaková ztráta		399,39

Tab. 19 Dimenzování hlavní větve přívodního potrubí zařízení č. 2

č.ú	V		l	w'	S'	d'	D (Š x V)			d _r	S	w	R ₁	ξ	Z	Z+R*I
-	m³/h	m³/s	m	m/s	m²	m	M			m	m²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
Zařízení č. 2						Přívodní potrubí					Hlavní větev					
1	500	0,14	4,5	3	0,046	0,243	0,160	0,280	0,204	0,045	3,10	1	0,6	3,46	7,96	
2	1125	0,31	4,4	3,5	0,089	0,337	0,315	0,280	0,296	0,088	3,54	1	0,6	4,52	8,92	
3	1750	0,49	7,2	3,9	0,125	0,398	0,450	0,280	0,345	0,126	3,86	1	1,2	10,72	17,92	
4	3350	0,93	3,2	4,2	0,222	0,531	0,450	0,500	0,474	0,225	4,14	0,67	0,6	6,16	8,30	
5	4950	1,38	3,2	4,6	0,299	0,617	0,560	0,500	0,528	0,280	4,91	0,67	0,6	8,68	10,83	
6	6550	1,82	10,2	5	0,364	0,681	0,560	0,500	0,587	0,280	6,50	0,67	1,8	45,60	52,44	

	Σ =	106,36
Vířivá vyúst		25,00
Požární klapka		20,00
Sání		20,00
Sací kus s mřížkou		80,00
Tlumič hluku		100,00
Celková tlaková ztráta		351,36

Tab. 20 Dimenzování hlavní větve odvodního potrubí zařízení č. 2

č.ú.	V		l	w'	S'	d'	D (Š x V)			d _r	S	w	R ₁	ξ	Z	Z+R*I
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	m	Mm			mm	m ²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
Zařízení č. 2						Odvodní potrubí					Hlavní větev					
1	625	0,17	5,1	3	0,058	0,271	0,225	0,280	0,25	0,063	2,76	0,67	0,6	2,73	6,15	
2	1250	0,35	4	3,2	0,109	0,372	0,280	0,400	0,329	0,112	3,10	0,67	0,9	5,19	7,87	
3	1750	0,49	14,5	3,4	0,143	0,427	0,355	0,400	0,376	0,142	3,42	0,67	2,1	14,77	24,48	
4	2350	0,65	1	3,6	0,181	0,480	0,400	0,450	0,424	0,180	3,63	0,67	0,9	7,10	7,77	
5	2950	0,82	1,35	3,8	0,216	0,524	0,450	0,500	0,474	0,225	3,64	0,45	0,9	7,16	7,77	
6	3550	0,99	1,35	4	0,247	0,560	0,500	0,500	0,5	0,250	3,94	0,45	0,9	8,40	9,01	
7	4150	1,15	1,35	4,2	0,274	0,591	0,560	0,500	0,528	0,280	4,12	0,45	0,9	9,15	9,76	
8	4750	1,32	1,25	4,4	0,300	0,618	0,630	0,500	0,558	0,315	4,19	0,45	0,9	9,47	10,04	
9	5350	1,49	0,8	4,6	0,323	0,641	0,630	0,500	0,558	0,315	4,72	0,67	0,6	8,01	8,55	
10	5950	1,65	2,1	4,8	0,344	0,662	0,710	0,500	0,587	0,355	4,66	0,67	1,5	19,51	20,92	
11	6550	1,82	7,25	5	0,364	0,681	0,710	0,500	0,587	0,355	5,13	0,67	1,2	18,91	23,77	

$$\Sigma = 106,36$$

Vířivá vyúst	25,00
Požární klapka	20,00
Výfuk	20,00
Výfukový kus s mřížkou	80,00
Tlumič hluku	100,00
Celková tlaková ztráta	351,36

Tab. 21. Dimenzování hlavní větve přívodního potrubí zařízení č. 3

č.ú.	V		l	w'	S'	d'	D (Š x V)			d _r	S	w	R ₁	ξ	Z	Z+R*I
-	m ³ /h	m ³ /s	m	m/s	m ²	m	mm			mm	m ²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
Zařízení č. 3						Přívodní potrubí					Hlavní větev					
1	225	0,06	5	3	0,021	0,163	0,160	0,160	0,16	0,026	2,44	1	0,6	2,15	7,15	
2	550	0,15	1,7	3,1	0,049	0,250	0,160	0,355	0,221	0,057	2,69	1	0,6	2,60	4,30	
3	800	0,22	6,9	3,3	0,067	0,293	0,200	0,355	0,256	0,071	3,13	1	2,1	12,34	19,24	
4	1000	0,28	5,9	3,6	0,077	0,313	0,225	0,355	0,275	0,080	3,48	1	0,6	4,35	10,25	
5	1175	0,33	3,2	3,8	0,086	0,331	0,250	0,355	0,293	0,089	3,68	1	0,6	4,87	8,07	
6	1550	0,43	3	3,9	0,110	0,375	0,315	0,355	0,334	0,112	3,85	1	0,6	5,34	8,34	
7	1925	0,53	3,1	4,1	0,130	0,407	0,355	0,355	0,355	0,126	4,24	1	0,6	6,48	9,58	
8	2225	0,62	3,1	4,3	0,144	0,428	0,400	0,355	0,376	0,142	4,35	1	0,6	6,82	9,92	
9	2325	0,65	3,8	4,5	0,144	0,427	0,400	0,355	0,376	0,142	4,55	1	0,9	11,17	14,97	
10	2575	0,72	7	4,7	0,152	0,440	0,400	0,355	0,376	0,142	5,04	1	1,5	22,84	29,84	
11	5000	1,39	1	5	0,278	0,595	0,630	0,400	0,489	0,252	5,51	1	0,9	16,40	17,40	

$$\Sigma = 140,56$$

Vířivá vyúst	24,00
Požární klapka	20,00
Sání	20,00
Sací kus s mřížkou	80,00
Tlumič hluku	100,00
Celková tl. ztráta	329,85

Tab. 22 Dimenzování hlavní větve odvodního potrubí zařízení č. 3

č.ú.	V		l	w'	S'	d'	D (Š x V)		d _r	S	w	R ₁	ξ	Z	Z+R*I
-	m³/h	m³/s	m	m/s	m²	m	M		m	m²	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
Zařízení č. 3						Odvodní potrubí					Hlavní větev				
1	200	0,06	3,7	3	0,019	0,154	0,160	0,160	0,16	0,026	2,17	0,67	0,6	1,70	4,17
2	325	0,09	0,6	3,1	0,029	0,193	0,160	0,225	0,187	0,036	2,51	0,67	0,9	3,40	3,80
3	400	0,11	0,5	3,3	0,034	0,207	0,160	0,225	0,187	0,036	3,09	1	0,6	3,43	3,93
4	450	0,13	1,8	3,6	0,035	0,210	0,160	0,225	0,187	0,036	3,47	1	0,6	4,34	6,14
5	625	0,17	3,1	3,8	0,046	0,241	0,200	0,225	0,212	0,045	3,86	1,4	0,9	8,04	12,38
6	825	0,23	3,1	3,9	0,059	0,274	0,250	0,225	0,237	0,056	4,07	1,4	0,9	8,96	13,30
7	1025	0,28	5,5	4,1	0,069	0,297	0,315	0,225	0,263	0,071	4,02	1,4	2,1	20,33	28,03
8	1325	0,37	2,9	4,3	0,086	0,330	0,400	0,225	0,288	0,090	4,09	1,4	0,9	9,03	13,09
9	1425	0,40	1,8	4,5	0,088	0,335	0,400	0,225	0,288	0,090	4,40	1,4	0,8	9,28	11,80
10	1675	0,47	2,5	4,7	0,099	0,355	0,400	0,250	0,308	0,100	4,65	1,4	0,9	11,69	15,19
11	2575	0,72	3	4,9	0,146	0,431	0,400	0,355	0,376	0,142	5,04	1,4	2,1	31,97	36,17
12	5000	1,39	1	5,1	0,272	0,589	0,630	0,400	0,489	0,252	5,51	1	1,2	21,87	22,87

Σ = 170,88

Vířivá vyúst	24,00
Požární klapka	20,00
Výfuk	20,00
Výfukový kus s mřížkou	80,00
Tlumič hluku	100,00
Celková tlaková ztráta	414,88

2.9 Návrh vzduchotechnických jednotek


Návrh vzduchotechnických jednotek byl proveden v softwaru AeroCAD od společnosti REMAK.

2.9.1 Zařízení č. 1 – zázemí pro návštěvníky

Pro teplovzdušné větrání zázemí pro návštěvníky byla navržena vzduchotechnická jednotka Aero Master XP 06, která bude umístěna na betonovém základě na střeše. Jednotka zajišťuje jednostupňovou filtraci M5 (ISO Coarse 80%) čerstvého vzduchu, rekuperaci pomocí deskového výměníku s křížovým prouděním vzduchu, ohřev přiváděného vzduchu pomocí teplovodního výměníku v zimním období a chlazení přivodního vzduchu vodním chladičem v letním období.

Základní parametry zařízení		
Druh, rozměr	AeroMaster XP 06	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne	
Hmotnost (+/-10%)	1 050 kg	
Umístění VZT jednotky	Venkovní včetně stříšky	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	3250 m³/h	3250 m³/h
Externí tlaková rezerva	-35 Pa	36 Pa
Rychlost v průřezu	1.99 m/s	1.99 m/s
Výkon motoru nominální	1.50 kW	1.50 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO Coarse 80 %	G4 / ISO Coarse 60 %
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _i	1114 W.m ⁻³ .s	1114 W.m ⁻³ .s
Parametry pláště dle EN1886		
Mechanická stabilita		D2(M)
Netěsnost skříně		L2(M)
Termická izolace		T3(M)
Faktor tepelných mostů		TB3(M)
Netěsnost mezi filtrem a rámem		< 0,5 % (F9)
SFP _{AHU}	2228 W.m ⁻³ .s	

Model box AMXP3

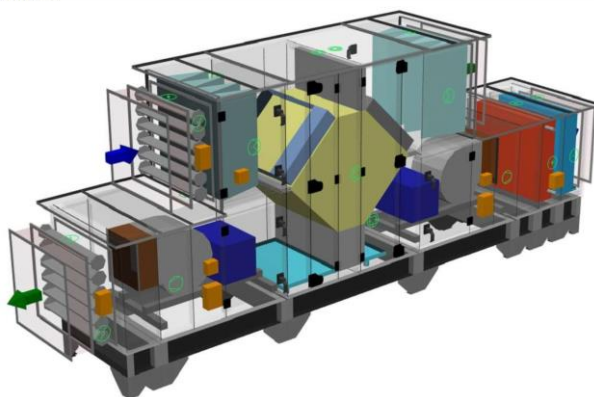


Report to performance data 2016

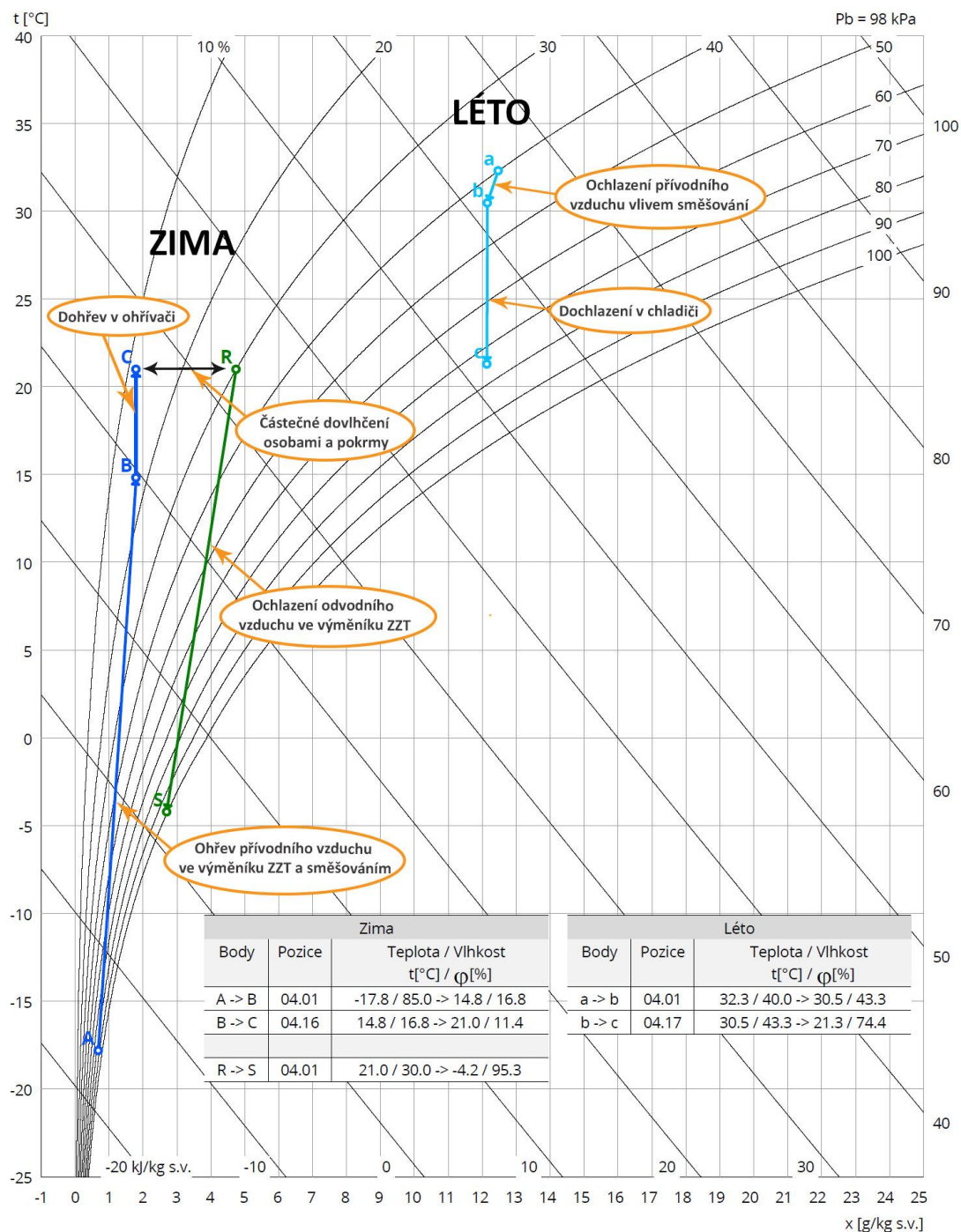
Nejdůležitější parametry vybraných komponentů			
	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-17.8 → 12.8 °C		79 %, 25.0 kW
Směšování	12.8 → 14.8 °C		25.0 %
Ohřev	14.8 → 21.0 °C		6.7 kW
Chlazení	30.5 → 21.3 °C		9.4 kW
70/40 °C, 35 % Ethylenglykol, 1.5 kPa, 0.21 m³/h, 1 "			
7/13 °C, 35 % Ethylenglykol, 4.3 kPa, 1.52 m³/h, 1 "			
Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení			

Hlukové parametry zařízení									
	LwA _{okt} [dB]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	39	55	56	55	58	54	48	40	63
Přívod - výtlak	41	57	61	63	67	66	63	55	72
Přívod - okolí	36	44	45	38	41	40	39	28	50
Odvod - sání	39	55	57	56	60	56	50	42	65
Odvod - výtlak	42	58	62	64	69	68	66	59	74
Odvod - okolí	36	44	45	38	41	40	39	28	50

Axonometrický pohled na zařízení	
----------------------------------	--



Obr. 38 Základní parametry VZT jednotky zařízení č. 1 – Aero Master XP 06

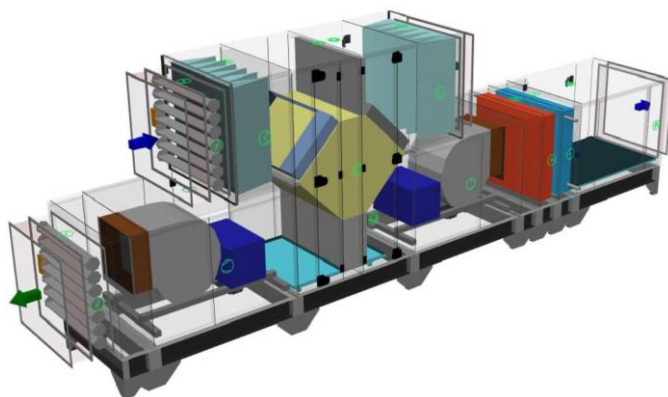


Obr. 39 H-x diagram pro VZT zařízení č. 1

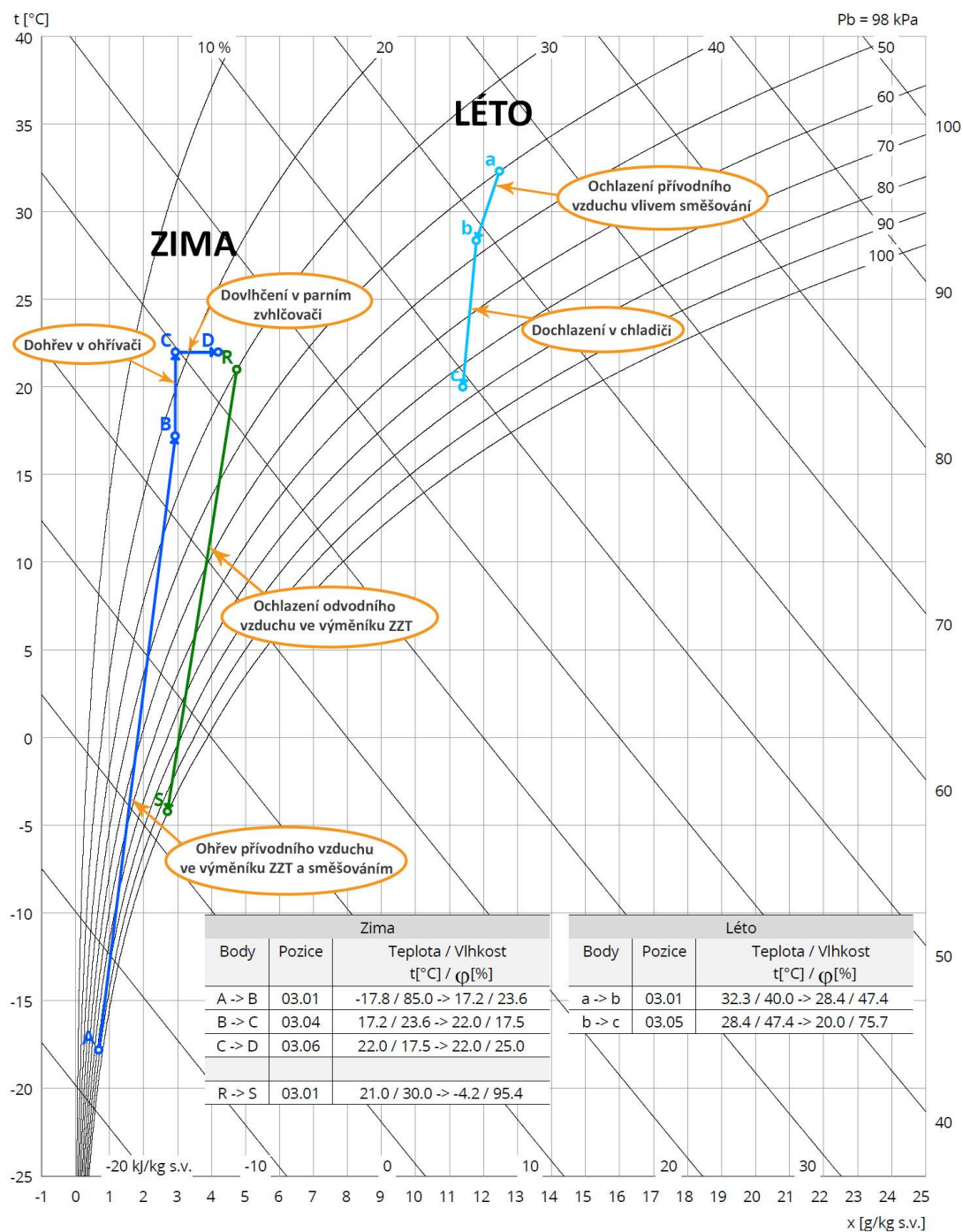
2.9.2 Zařízení č. 2 – kinosál

Pro klimatizaci kinosálu byla navržena vzduchotechnická jednotka Aero Master XP 10, která bude umístěna ve 2.NP ve strojovně vzduchotechniky. Jednotka zajišťuje jednostupňovou filtraci M5 (ISO Coarse 80%) čerstvého vzduchu, rekuperaci pomocí deskového výměníku s křížovým prouděním vzduchu, ohřev přiváděného vzduchu pomocí teplovodního výměníku v zimním období a chlazení přívodního vzduchu vodním chladičem v letním období a řízenou úpravou relativní vlhkosti přiváděného vzduchu v zimním období parním zvlhčovačem.

Základní parametry zařízení									
Druh, rozměr	AeroMaster XP 10								
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne								
Hmotnost (+/-10%)	1 486 kg								
Umístění VZT jednotky	Vnitřní								
Materiálové provedení									
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)								
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech								
	Přívod	Odvod							
Průtok vzduchu	6550 m³/h	6550 m³/h							
Externí tlaková rezerva	-84 Pa	37 Pa							
Rychlost v průřezu	2.62 m/s	2.62 m/s							
Výkon motoru nominální	1.50 kW	1.50 kW							
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor							
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)							
1. stupeň filtrace	M5 / ISO Coarse 80 %	G4 / ISO Coarse 60 %							
2. stupeň filtrace	-	-							
SFPi	975 W.m ⁻³ .s	975 W.m ⁻³ .s							
	Parametry pláště dle EN1886								
	Mechanická stabilita	D2(M)							
	Netěsnost skříně	L2(M)							
	Termická izolace	T3(M)							
	Faktor tepelných mostů	TB3(M)							
SFP _{AHU}	1951 W.m ⁻³ .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)							
Nejdůležitější parametry vybraných komponentů									
	Na straně vzduchu	Na straně média							
Zpětný zisk tepla	-17.8 -> 12.8 °C	79 %, 30.9 kW							
Směšování	12.8 -> 17.2 °C	54.0 %							
Ohřev	17.2 -> 22.0 °C	10.4 kW							
Chlazení	28.4 -> 20.0 °C	19.4 kW							
Vlhčení	22.0 -> 22.0 °C	18 -> 25 %							
		10.0 kg/h, 7.5 kW**							
Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení									
** Napájení a jištění zvlhčovače není řešeno z ŘJ VCS									
Hlukové parametry zařízení									
	LwA _{okt} [dB]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	47	60	58	61	59	56	49	41	66
Přívod - výtlač	49	64	64	68	68	68	64	56	74
Přívod - okolí	44	49	47	44	42	42	39	29	53
Odvod - sání	47	60	59	62	61	58	51	43	67
Odvod - výtlač	50	65	65	69	70	70	67	60	76
Odvod - okolí	44	49	47	44	42	42	39	29	53
Axonometrický pohled na zařízení									



Obr. 40 Základní parametry VZT jednotky zařízení č. 2 – Aero Master XP 10




Obr. 41 H-x diagram pro VZT zařízení č. 2

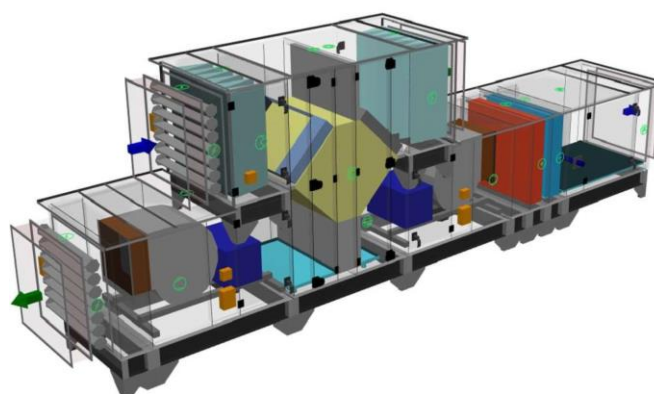
2.9.3 Zařízení č. 3 – zázemí pro zaměstnance

Pro teplovzdušné větrání zázemí pro návštěvníky byla navržena vzduchotechnická jednotka Aero Master XP 10, která bude umístěna na betonovém základě na střeše. Jednotka zajišťuje jednostupňovou filtraci M5 (ISO Coarse 80%) čerstvého vzduchu, rekuperaci pomocí deskového výměníku s křížovým prouděním vzduchu, ohřev přiváděného vzduchu pomocí teplovodního výměníku v zimním období a chlazení přívodního vzduchu vodním chladičem v letním období a řízenou úpravou relativní vlhkosti přiváděného vzduchu v zimním období parním zvlhčovačem.

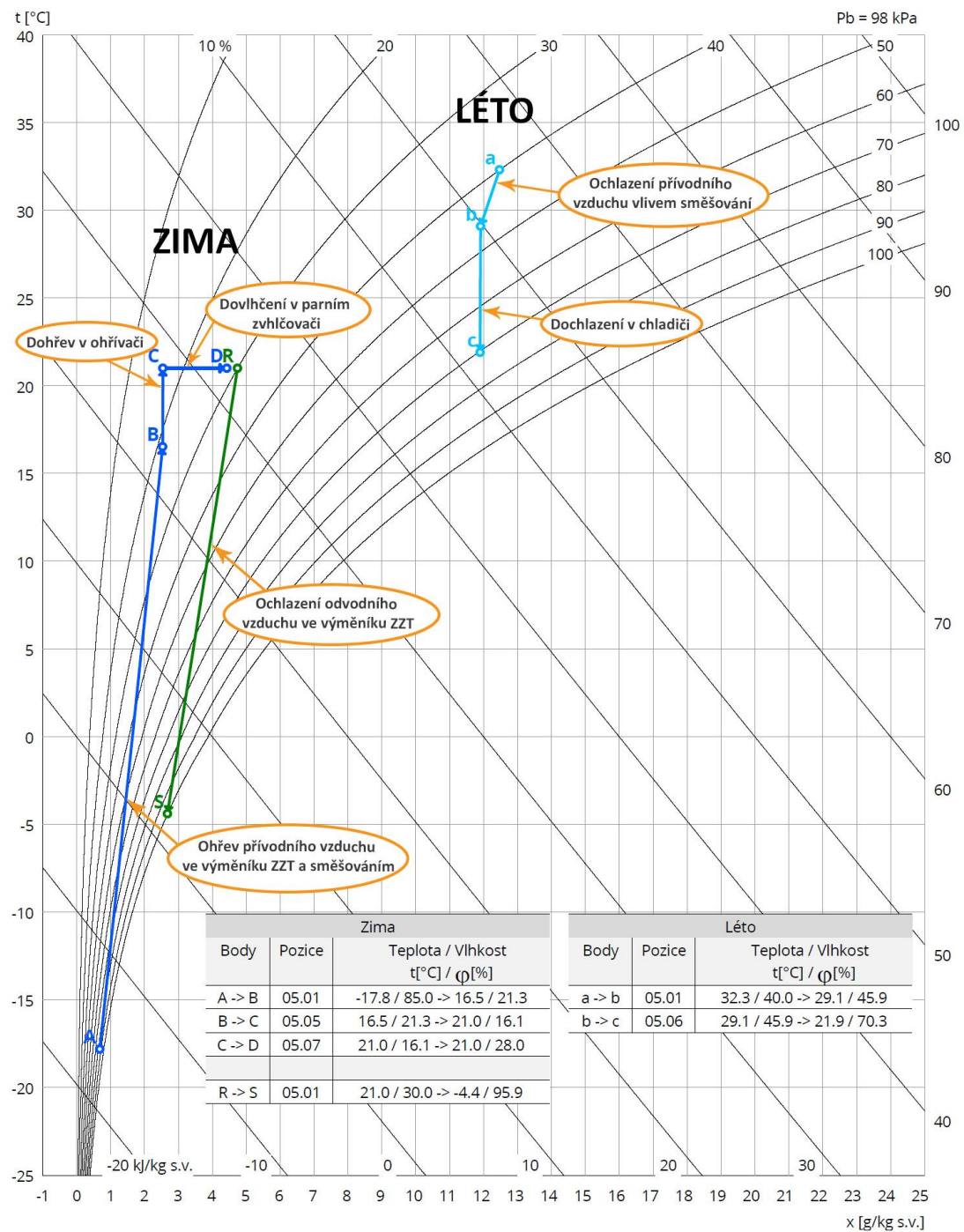
Základní parametry zařízení									
Druh, rozměr	AeroMaster XP 10								
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne								
Hmotnost (+/-10%)	1 613 kg								
Umístění VZT jednotky	Venkovní včetně stříšky								
Materiálové provedení									
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)								
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech								
	Přívod	Odvod							
Průtok vzduchu	5000 m³/h	5000 m³/h							
Externí tlaková rezerva	-13 Pa	67 Pa							
Rychlost v průřezu	2.00 m/s	2.00 m/s							
Výkon motoru nominální	1.50 kW	1.50 kW							
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor							
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)							
1. stupeň filtrace	M5 / ISO Coarse 80 %	G4 / ISO Coarse 60 %							
2. stupeň filtrace	-	-							
SFP:	946 W.m ⁻³ .s	946 W.m ⁻³ .s							
	Parametry pláště dle EN1886								
	Mechanická stabilita	D2(M)							
	Netěsnost skříně	L2(M)							
	Termická izolace	T3(M)							
	Faktor tepelných mostů	TB3(M)							
SFP _{PHU}	1892 W.m ⁻³ .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)							
Nejdůležitější parametry vybraných komponentů									
	Na straně vzduchu	Na straně média							
Zpětný zisk tepla	-17.8 → 13.0 °C	79 %, 28.9 kW							
Směšování	13.0 → 16.5 °C	44.0 %							
Ohřev	16.5 → 21.0 °C	7.4 kW							
Chlazení	29.1 → 21.9 °C	11.4 kW							
Vlhčení	21.0 → 21.0 °C	16 → 28 %							
		70/50 °C, 35 % Ethylenglykol, 0.9 kPa, 0.35 m³/h, 1 " 7/13 °C, 35 % Ethylenglykol, 2.4 kPa, 1.84 m³/h, 1 " 15.0 kg/h, 11.3 kW**							
Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení									
** Napájení a jištění zvlhčovače není řešeno z ŘJ VCS									
Hlukové parametry zařízení									
	LwA _{okt} [dB]								
									ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	48	60	58	59	57	54	46	39	65
Přívod - výtlak	50	63	63	67	66	66	61	54	73
Přívod - okolí	45	49	47	42	40	39	37	27	53
Odvod - sání	48	60	59	60	59	56	48	41	66
Odvod - výtlak	51	64	64	68	68	68	64	58	74
Odvod - okolí	45	49	47	42	40	39	37	27	53
Axonometrický pohled na zařízení									

Model box AMXP3





Obr. 42 Základní parametry VZT jednotky zařízení č. 3 – Aero Master XP 10



Obr. 43 H-x diagram pro VZT zařízení č. 3

2.10 Návrh dodatečného chlazení

Celková tepelná zátěž skupiny místností foyer (1.03), bar (1.04) a chodba (1.11) je 6062 W. Do místností se přivádí 800 m³/h čerstvého vzduchu (dle hyg. požadavků) o teplotě 19°C, který pokryje přibližně 1750 W tepelné zátěže, zbylá tepelná zátěž bude pokryta kazetovými jednotkami umístěnými v místnosti foyer.

Návrh

$$Q_{FCU} = Q - Q_{pr}$$

Kde	Q_{FCU}	chladicí výkon sekundárního vzduchu – fan coil	[W]
	Q	celkový chladicí výkon	[W]
	Q_{PR}	chladicí výkon primárního vzduchu – VZT jednotka	[W]

$$Q_{PR} = V_{pr} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_i - t_{pr})$$

Kde	V_{pr}	průtok primárního vzduchu	[m ³ /s]
	ρ	hustota vzduchu	[kg/m ³]
	c	měrná tepelná kapacita	[kJ/kg*K]
	t_i	teplota interiéru	[°C]
	t_{pr}	teplota přívodního vzduchu	[°C]

$$Q_{K,celk} = n \cdot Q_K \cdot f_k$$

Kde	$Q_{K,celk}$	chladicí výkon fan coilů v místnosti	[W]
	n	počet navržených zařízení	[-]
	Q_K	chladicí výkon tabulkový	[W]
	f_k	korekční faktor	[-]

Výpočet

$$V_{PR} = 800 \text{ m}^3/\text{h} = 0,2222 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{PR} = 0,2222 \cdot 1300 \cdot (25 - 19) = 1733 \text{ W}$$

$$Q_{FCU} = Q - Q_{PR} = 6100 - 1733 = 4367 \text{ W}$$

$$Q_{K,celkový} = 2 \cdot 3,3 \cdot 0,87 = 5742 \text{ W}$$

Oběhová jednotka - Chlazení
2-trubkový systém, chladicí voda
Velikost Single, Double a Big Single

GEA Cassette-Geko

PKW 6/12 °C
 $t_{L1} = +27\text{ °C}$
 $\phi_1 = 46\text{ \% r.v.}$

Velikost	yp elektro-motoru	Stupeň otáček	Množství vzduchu m³/h	Výkonová řada 0				Výkonová řada 1				Výkonová řada 2				Akustický výkon dB(A)	Akustický tlak *
				Chladicí výkon \dot{Q}_K kW	Tlaková ztráta Δp_K kPa	Topný výkon \dot{Q}_H kW	Tlaková ztráta Δp_H kPa	Chladicí výkon \dot{Q}_K kW	Tlaková ztráta Δp_K kPa	Topný výkon \dot{Q}_H kW	Tlaková ztráta Δp_H kPa	Chladicí výkon \dot{Q}_K kW	Tlaková ztráta Δp_K kPa	Topný výkon \dot{Q}_H kW	Tlaková ztráta Δp_H kPa		
S	AC	1	250	1,5	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	25
		2	310	1,8	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	26
		3	460	2,5	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	35
		1	330	-	-	-	-	2,4	3,4	-	-	-	-	-	-	35	26
		2	480	-	-	-	-	3,3	5,9	-	-	-	-	-	-	43	34
		3	660	-	-	-	-	4,2	9,4	-	-	-	-	-	-	52	43
		1	480	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3	5,9	-	-	44	35
		2	710	-	-	-	-	-	-	-	-	4,4	10,3	-	-	54	45
		3	850	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	12,8	-	-	58	49
	EC	min	250	-	-	-	-	1,9	2,1	-	-	-	-	-	-	28	19
		2	330	-	-	-	-	2,4	3,4	-	-	-	-	-	-	35	26
		3	480	-	-	-	-	3,3	5,9	-	-	-	-	-	-	44	35
		4	660	-	-	-	-	4,2	9,4	-	-	-	-	-	-	52	43
		max	850	-	-	-	-	5,0	12,8	-	-	-	-	-	-	58	49

Obr. 44 Výběr vnitřní chladicí jednotky [15]

Korekční faktor f_K pro chladicí výkon \dot{Q}_K

Teplota chladicí vody [°C]	Teplota vstupního vzduchu: t_{L1} [°C], j_1 [% r.v.]				
	32/40	30/40	27/46	26/50	24/50
6/12	1,41	1,19	1,00	0,96	0,74
7/13	1,31	1,09	0,90	0,87	0,65
8/12	1,37	1,15	0,97	0,94	0,73
8/14	1,22	1,00	0,81	0,76	0,56
10/15	1,09	0,89	0,70	0,66	0,49
12/16	0,97	0,77	0,60	0,56	0,43
12/18	0,82	0,65	0,49	0,43	0,33
14/18	0,77	0,64	0,48	0,43	0,33

Obr. 45 Použití korekčního faktoru pro chladicí výkon [15]

V místnosti 1.03 budou navrženy 2 kazetové jednotky GEKO – GCS1.UW0.A05 se součtovým chladicím výkonem 6,6 kW a s chladicí vodou o teplotním spádu 7/13 °C, které budou napojeny na venkovní zdroj chladu DAIKING EWAQ007ADVP o chladicím výkonu 7,1 kW.



Obr. 46 Stropní kazetová jednotka [15]

2.11 Útlum hluku

Výběr tlumičů hluku byl proveden v programu pro návrh buňkových tlumičů společnosti Greif-akustika. Po konzultaci s vedoucím práce, byl z důvodu bezpečného dosažení přípustné hladiny akustického tlaku v místnosti zanedbán přirozený útlum. [8]

2.11.1 Návrh tlumičů pro zařízení č. 1

Posouzení bez tlumičů

Zařízení č. 1 - přírodní potrubí										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
$L_{WA,ve}$	Hladina akustického výkonu ventilátoru	41	57	61	63	67	66	63	55	72
$L_{WA,vy}$	Hladina akustického výkonu výústky									29
$L_{WA,S}$	Hladina akustického výkonu z výústky									72
K	Korekce na počet výústek						počet		2	3
$L_{WA,P}$	Hladina akustického výkonu všech výústek									75

Zařízení č. 1 - odvodní potrubí										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
$L_{WA,ve}$	Hladina akustického výkonu ventilátoru	39	55	57	56	60	56	50	42	64
$L_{WA,vy}$	Hladina akustického výkonu výústky									29
$L_{WA,S}$	Hladina akustického výkonu z výústky									64
K	Korekce na počet výústek						počet		2	3
$L_{WA,O}$	Hladina akustického výkonu všech výústek									67

(posouzení v místnosti 101 – vstupní hala)

Vliv přírodního a odvodního potrubí – $L_{WA,P} + L_{WA,O}$	75,5	dB
Směrový činitel - Q	2	-
Vzdálenost výústky k posluchači - r	3	m
Činitel zvukové pohltivosti - α	0,2	-
Pohltivá plocha - S	229	m ²
Hladina akustického tlaku v místě posluchače L_{pA}	65,7	dB
Přípustná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti L_{pA}	40,0	dB

65,7 dB > 40,0 dB NEVYHOVUJE

Návrh tlumičů

Na přívod i odvod vzduchu byl navržen **buňkový tlumič 750 x 500 typu G** (s děrovaným plechem) se třemi buňkami a s délkou 2 m.

Zařízení č. 1 - přívodní potrubí										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
$L_{WA,ve}$	Hladina akustického výkonu ventilátoru	41	57	61	63	67	66	63	55	72
	Útlum tlumiče 1	4,5	17,9	27,9	41,1	46,6	42,9	36,0	27,0	
	Vlastní hluk tlumiče 1	38,5	33,0	27,9	22,9	17,4	11,5	5,6	0,0	
$L_{w,tl}$	Hladina akustického výkonu ve výústce s tlumičem	38	39	33	22	20	23	27	28	43
$L_{WA,vy}$	Hladina akustického výkonu výústky									29
$L_{WA,S}$	Hladina akustického výkonu z výústky									43
K	Korekce na počet výústek						počet		2	3
$L_{WA,P}$	Hladina akustického výkonu všech výústek									46

Zařízení č. 1 - odvodní potrubí										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
$L_{WA,ve}$	Hladina akustického výkonu ventilátoru	39	55	57	56	60	56	50	42	64
	Útlum tlumiče 1	4,5	17,9	27,9	41,1	46,6	42,9	36,0	27,0	
	Vlastní hluk tlumiče 1	38,5	33,0	27,9	22,9	17,4	11,5	5,6	0,0	
$L_{w,tl}$	Hladina akustického výkonu ve výústce s tlumičem	37	37	29	15	13	13	14	15	41
$L_{WA,vy}$	Hladina akustického výkonu výústky									29
$L_{WA,S}$	Hladina akustického výkonu z výústky									41
K	Korekce na počet výústek						počet		2	3
$L_{WA,O}$	Hladina akustického výkonu všech výústek									44

(posouzení v místnosti 101 – vstupní hala)

Vliv přívodního a odvodního potrubí – $L_{WA,P} + L_{WA,O}$	48,0	dB
Směrový činitel - Q	2	-
Vzdálenost výústky k posluchači - r	3	m
Činitel zvukové pohltivosti - α	0,2	-
Pohltivá plocha - S	229	m ²
Hladina akustického tlaku v místě posluchače L_{pA}	38,2	dB
Přípustná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti L_{pA}	40,0	dB

38,2 dB < 40,0 dB VYHOVUJE

Zařízení č. 1 - sací potrubí (posouzení hluku na střeše)										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
$L_{WA,ve}$	Hladina akustického výkonu ventilátoru	39	55	56	55	58	54	48	40	63
$L_{WA,ža}$	Hladina akustického výkonu žaluzie									30
$L_{WA,ce}$	Hladina akustického výkonu celkem v žaluzii									63

Směrový činitel - Q	2	-
Vzdálenost žaluzie k posluchači - r	20	m
Hladina akustického tlaku v místě posluchače - L_{pA}	29,0	dB
Přípustná hodnota akustického tlaku v místnosti - L_{pA}	55,0	dB

29,0 dB < 55,0 dB VYHOVUJE

Zařízení č. 1 - výtlačné potrubí (posouzení hluku na střeše)										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{WA,ve}	Hladina akustického výkonu ventilátoru	42	58	62	64	69	68	66	59	74
L _{WA,ža}	Hladina akustického výkonu žaluzie									30
L _{WA,ce}	Hladina akustického výkonu celkem v žaluzii									74

(posouzení v místnosti 131 – kinosál)

Směrový činitel - Q	2	-
Vzdálenost žaluzie k posluchači - r	30	m
Hladina akustického tlaku v místě posluchače - L _{pA}	36,2	dB
Přípustná hodnota akustického tlaku v místnosti - L _{pA}	55,0	dB

36,2 dB < 55,0 dB VYHOVUJE

2.11.2 Návrh tlumičů pro zařízení č. 2

Posouzení bez tlumičů

Zařízení č. 2 - přívodní potrubí										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{WA,ve}	Hladina akustického výkonu ventilátoru	49	64	64	68	68	68	64	56	74
L _{WA,vy}	Hladina akustického výkonu vyústky									25
L _{WA,S}	Hladina akustického výkonu z vyústky									74
K	Korekce na počet vyústek						počet		9	10
L _{WA,P}	Hladina akustického výkonu všech vyústek									84

Zařízení č. 2 - odvodní potrubí										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{WA,ve}	Hladina akustického výkonu ventilátoru	47	60	59	62	61	58	51	43	67
L _{WA,vy}	Hladina akustického výkonu vyústky									29
L _{WA,S}	Hladina akustického výkonu z vyústky									67
K	Korekce na počet vyústek						počet		9	10
L _{WA,O}	Hladina akustického výkonu všech vyústek									77

(posouzení v místnosti 131 – kinosál)

Vliv přívodního a odvodního potrubí – L _{WA,P} + L _{WA,O}	84,6	dB
Směrový činitel - Q	2	-
Vzdálenost vyústky k posluchači - r	3,5	m
Činitel zvukové pohltivosti - α	0,5	-
Pohltivá plocha - S	630	m ²
Hladina akustického tlaku v místě posluchače L _{pA}	68,7	dB
Přípustná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti L _{pA}	40,0	dB

68,7 dB > 40,0 dB NEVYHOVUJE

Návrh tlumičů

Pro přívod i odvod vzduchu navržen **2x buňkový tlumič 800 x 700 typu G** (s děrovaným plechem) se dvěma buňkami a s délkou 2 m (2 buňky).

Zařízení č. 2 - přívodní potrubí										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{WA,ve}	Hladina akustického výkonu ventilátoru	49	64	64	68	68	68	64	56	74
	Útlum tlumiče 1	6	19	27	35	42	35	25	15	
	Útlum tlumiče 2	6	19	27	35	42	35	25	15	
	Vlastní hluk tlumiče 1	40	35	30	25	19	14	8	2	
	Vlastní hluk tlumiče 2	40	35	30	25	19	14	8	2	
L _{w,tl}	Hladina akustického výkonu ve výústce s tlumičem	38	27	10	-2	-16	-2	14	26	39
L _{WA,vy}	Hladina akustického výkonu výústky									25
L _{WA,S}	Hladina akustického výkonu z výústky									39
K	Korekce na počet výústek						počet		9	10
L _{WA,P}	Hladina akustického výkonu všech výústek									49

Zařízení č. 2 - odvodní potrubí										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{WA,ve}	Hladina akustického výkonu ventilátoru	47	60	59	62	61	58	51	43	67
	Útlum tlumiče 1	6	19	27	35	42	35	25	15	
	Útlum tlumiče 2	6	19	27	35	42	35	25	15	
	Vlastní hluk tlumiče 1	40	35	30	25	19	14	8	2	
	Vlastní hluk tlumiče 2	40	35	30	25	19	14	8	2	
L _{w,tl}	Hladina akustického výkonu ve výústce s tlumičem	37	23	5	-8	-23	-12	1	13	37
L _{WA,vy}	Hladina akustického výkonu výústky									29
L _{WA,S}	Hladina akustického výkonu z výústky									38
K	Korekce na počet výústek						počet		9	10
L _{WA,O}	Hladina akustického výkonu všech výústek									47

(posouzení v místnosti 131 – kinosál)

Vliv přívodního a odvodního potrubí – L _{WA,P} + L _{WA,O}	51,0	dB
Směrový činitel - Q	2	-
Vzdálenost výústky k posluchači - r	3,5	m
Činitel zvukové pohltivosti - α	0,5	-
Pohltivá plocha - S	650	m ²
Hladina akustického tlaku v místě posluchače L _{pA}	35,1	dB
Přípustná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti L _{pA}	40,0	dB

35,1 dB < 40,0 dB VYHOVUJE

Zařízení č. 2 - sací potrubí (posouzení hluku na fasádě)										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{WA,ve}	Hladina akustického výkonu ventilátoru	47	60	58	61	59	56	49	41	66
L _{WA,ža}	Hladina akustického výkonu žaluzie									30
L _{WA,ce}	Hladina akustického výkonu na fasádě									66

Směrový činitel - Q	2	-
Vzdálenost žaluzie k posluchači - r	10	m
Hladina akustického tlaku v místě posluchače - L_{pA}	38,3	dB
Přípustná hodnota akustického tlaku v místnosti - L_{pA}	55,0	dB

38,3 dB < 55,0 dB VYHOVUJE

Zařízení č. 2 - výtlačné potrubí (posouzení hluku na střeše)										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
$L_{WA,ve}$	Hladina akustického výkonu ventilátoru	50	65	65	69	70	70	67	60	76
$L_{WA,ža}$	Hladina akustického výkonu žaluzie									30
$L_{WA,ce}$	Hladina akustického výkonu celkem v žaluzii									76

Směrový činitel - Q	2	-
Vzdálenost žaluzie k posluchači - r	25	m
Hladina akustického tlaku v místě posluchače - L_{pA}	40,1	dB
Přípustná hodnota akustického tlaku v místnosti - L_{pA}	55,0	dB

40,1 dB < 55,0 dB VYHOVUJE

2.11.3 Návrh tlumičů pro zařízení č. 3

Posouzení bez tlumičů

Zařízení č. 3 - přívodní potrubí										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
$L_{WA,ve}$	Hladina akustického výkonu ventilátoru	50	63	63	67	66	66	61	54	73
$L_{WA,vy}$	Hladina akustického výkonu výústky									32
$L_{WA,S}$	Hladina akustického výkonu z výústky									73
K	Korekce na počet výústek						počet		2	3
$L_{WA,P}$	Hladina akustického výkonu všech výústek									76

Zařízení č. 3 - odvodní potrubí										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
$L_{WA,ve}$	Hladina akustického výkonu ventilátoru	48	60	59	60	59	56	48	41	66
$L_{WA,vy}$	Hladina akustického výkonu výústky									30
$L_{WA,S}$	Hladina akustického výkonu z výústky									66
K	Korekce na počet výústek						počet		2	3
$L_{WA,O}$	Hladina akustického výkonu všech výústek									69

(posouzení v místnosti 205 – denní místnost)

Vliv přívodního a odvodního potrubí – $L_{WA,P} + L_{WA,O}$	76,6	dB
Směrový činitel - Q	2	-
Vzdálenost výústky k posluchači - r	2	m
Činitel zvukové pohltivosti - α	0,15	-
Pohltivá plocha - S	229,6	m ²

Hladina akustického tlaku v místě posluchače L_{pA}	68,5 dB
Přípustná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti L_{pA}	40,0 dB

68,5 dB > 40,0 dB NEVYHOVUJE

Návrh tlumičů

Pro přívod i odvod vzduchu navržen **2x buňkový tlumič 800 x 600 typu G** (s děrovaným plechem) se dvěma buňkami a s délkou 2 m.

Zařízení č. 3 - přírodní potrubí										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
$L_{wA,ve}$	Hladina akustického výkonu ventilátoru	50	63	63	67	66	66	61	54	73
	Útlum tlumiče 1	8	19	28	36	42	35	25	15	
	Útlum tlumiče 2	8	19	28	36	42	35	25	15	
	Vlastní hluk tlumiče 1	37	31	26	21	15	9	3	0	
	Vlastní hluk tlumiče 2	37	31	26	21	15	9	3	0	
$L_{w,tl}$	Hladina akustického výkonu ve vyústce s tlumičem	35	25	8	-4	-19	-4	11	24	36
$L_{wA,vy}$	Hladina akustického výkonu vyústky									32
$L_{wA,S}$	Hladina akustického výkonu z vyústky									37
K	Korekce na počet vyústek						počet		2	3
$L_{wA,P}$	Hladina akustického výkonu všech vyústek									40

Zařízení č. 3 - odvodní potrubí										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
$L_{wA,ve}$	Hladina akustického výkonu ventilátoru	48	60	59	60	59	56	48	41	66
	Útlum tlumiče 1	8	19	28	36	42	35	25	15	
	Útlum tlumiče 2	8	19	28	36	42	35	25	15	
	Vlastní hluk tlumiče 1	37	31	26	21	15	9	3	0	
	Vlastní hluk tlumiče 2	37	31	26	21	15	9	3	0	
$L_{w,tl}$	Hladina akustického výkonu ve vyústce s tlumičem	33	22	4	-11	-26	-14	-2	11	34
$L_{wA,vy}$	Hladina akustického výkonu vyústky									30
$L_{wA,S}$	Hladina akustického výkonu z vyústky									35
K	Korekce na počet vyústek						počet		2	3
$L_{wA,O}$	Hladina akustického výkonu všech vyústek									38

(posouzení v místnosti 205 – denní místnost)

Vliv přírodního a odvodního potrubí – $L_{wA,P} + L_{wA,O}$	42,4 dB
Směrový činitel - Q	2 -
Vzdálenost vyústky k posluchači - r	2 m
Činitel zvukové pohltivosti - α	0,15 -
Pohltivá plocha - S	229,6 m ²
Hladina akustického tlaku v místě posluchače L_{pA}	34,4 dB
Přípustná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti L_{pA}	40,0 dB

34,4 dB < 40,0 dB VYHOVUJE

Zařízení č. 3 - sací potrubí (posouzení hluku na střeše)										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{WA,ve}	Hladina akustického výkonu ventilátoru	48	60	58	59	57	54	46	39	65
L _{WA,ža}	Hladina akustického výkonu žaluzie									30
L _{WA,ce}	Hladina akustického výkonu celkem v žaluzii									65

Směrový činitel - Q 2 -
 Vzdálenost žaluzie k posluchači - r 15 m
 Hladina akustického tlaku v místě posluchače - L_{pA} 33,7 dB
 Přípustná hodnota akustického tlaku v místnosti - L_{pA} 55,0 dB

33,7 dB < 55,0 dB VYHOVUJE

Zařízení č. 3 - výtlačné potrubí (posouzení hluku na střeše)										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
L _{WA,ve}	Hladina akustického výkonu ventilátoru	51	64	64	68	68	68	64	58	74
L _{WA,ža}	Hladina akustického výkonu žaluzie									30
L _{WA,ce}	Hladina akustického výkonu celkem v žaluzii									74

Směrový činitel - Q 2 -
 Vzdálenost žaluzie k posluchači - r 25 m
 Hladina akustického tlaku v místě posluchače - L_{pA} 38,4 dB
 Přípustná hodnota akustického tlaku v místnosti - L_{pA} 55,0 dB

38,4 dB < 55,0 dB VYHOVUJE

Návrh „přeslechového“ tlumiče mezi místnostmi režie a nahrávací studio

Návrh byl proveden podle online návrhového softwaru LindQST společnosti Lindab. Navržený **kulisový tlumič DLD – 4HR 250 x 250** s délkou 1,5 m bude zabraňovat přenosu hluku (především od mluvené řeči) vzduchotechnickým potrubím z místnosti režie do nahrávacího studia. Jako zdroj hluku byl uvažován muž mluvící běžnou hlasitostí. [17]



Obr. 47 Kulisový tlumič DLD - 4HR [17]

Zařízení č. 3 - přívodní potrubí (Návrh tlumiče mezi místnostmi režie a nahrávací studio)										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
$L_{WA,ve}$	Hladina akustického výkonu řeči	0	46	52	54	49	44	39	34	58
	Útlum tlumiče 1	5	15	29	43	60	49	34	25	
	Vlastní hluk tlumiče 1	27	20	12	9	4	0	0	0	
$L_{w,tl}$	Hladina akustického výkonu ve vyústce s tlumičem	22	31	23	11	-11	-5	5	9	32
$L_{WA,vy}$	Hladina akustického výkonu vyústky									29
$L_{WA,S}$	Hladina akustického výkonu z vyústky									34
K	Korekce na počet vyústek						počet		2	3
$L_{WA,P}$	Hladina akustického výkonu všech vyústek									35

Zařízení č. 3 - odvodní potrubí (Návrh tlumiče mezi místnostmi režie a nahrávací studio)										
ozn.	frekvence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
$L_{WA,ve}$	Hladina akustického výkonu řeči	0	46	52	54	49	44	39	34	58
	Útlum tlumiče 1	5	15	29	43	60	49	34	25	
	Vlastní hluk tlumiče 1	27	20	12	9	4	0	0	0	
$L_{w,tl}$	Hladina akustického výkonu ve vyústce s tlumičem	22	31	23	11	-11	-5	5	9	32
$L_{WA,vy}$	Hladina akustického výkonu vyústky									29
$L_{WA,S}$	Hladina akustického výkonu z vyústky									34
K	Korekce na počet vyústek						počet		2	3
$L_{WA,O}$	Hladina akustického výkonu všech vyústek									35

(posuzováno v místnosti 202 – nahrávací studio)

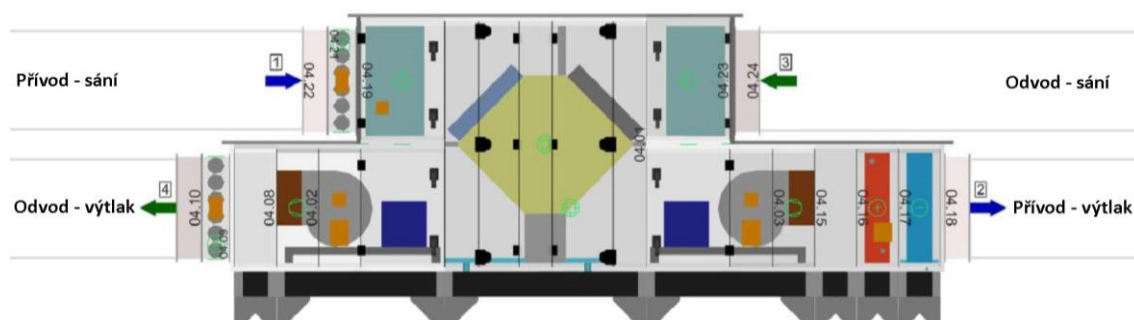
Vliv přívodního a odvodního potrubí – $L_{WA,P} + L_{WA,O}$	38,2	dB
Směrový činitel - Q	2	-
Vzdálenost vyústky k posluchači - r	1,5	m
Činitel zvukové pohltivosti - α	0,5	-
Pohltivá plocha - S	126	m ²
Hladina akustického tlaku v místě posluchače L_{pA}	29,5	dB
Přípustná hodnota hladiny akustického tlaku v místnosti L_{pA}	35,0	dB

29,5 dB < 35,0 dB VYHOVUJE

2.12 Návrh izolace potrubí

Návrh izolací byl proveden se záměrem zamezit povrchové kondenzaci, omezit ztráty tepla či chladu a omezit šíření hluku do okolního prostředí. Výpočet a posouzení bylo proveden v programu TERUNA. Bylo posouzeno jak zimní, tak letní období.

Ve strojovně vzduchotechniky a v exteriéru jsou izolovány všechny přívodní i odvodní potrubní rozvody. Izolací je také opatřeno přívodní potrubí zajišťující přívod čerstvého vzduchu do distribučních elementů. Jako izolace bude použita kamenná vlna se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda=0,038$ W/mK, která bude ve vnitřní prostředí opatřena hliníkovou fólií a ve vnějším prostředí oplechováním.



Obr. 48 Vysvětlení úseků potrubí pro dimenzování izolací

Tab. 23 Výpis navržených izolací

ZČ. 1 - teplovzdušné větrání zázemí pro návštěvníky				
Úsek	Tl. izolace [mm]	Typ izolace	Umístění	Posouzení
Přívod - sání	-	kamenná vlna	střecha	nedochází ke kondenzaci
Přívod - výtlak	60		střecha	nedochází ke kondenzaci
Odvod - sání	60		střecha	nedochází ke kondenzaci
Odvod - výtlak	100		střecha	nedochází ke kondenzaci
Přívodní rozvody	40		interiér	nedochází ke kondenzaci

ZČ. 2 - klimatizace kinosálu				
Úsek	Tl. izolace [mm]	Typ izolace	Umístění	Posouzení
Přívod - sání	60	kamenná vlna	strojovna VZT	nedochází ke kondenzaci
Přívod - výtlak	60		strojovna VZT	nedochází ke kondenzaci
Odvod - sání	60		strojovna VZT	nedochází ke kondenzaci
Odvod - výtlak	60		strojovna VZT	nedochází ke kondenzaci
Přívodní rozvody	40		interiér	nedochází ke kondenzaci

ZČ. 3 - teplovzdušné větrání zázemí pro zaměstnance				
Úsek	Tl. izolace [mm]	Typ izolace	Umístění	Posouzení
Přívod - sání	-	kamenná vlna	střecha	nedochází ke kondenzaci
Přívod - výtlak	60		střecha	nedochází ke kondenzaci
Odvod - sání	60		střecha	nedochází ke kondenzaci
Odvod - výtlak	100		střecha	nedochází ke kondenzaci
Přívodní rozvody	40		interiér	nedochází ke kondenzaci

Výstupy z programu TERUNA jsou dostupné v příloze D.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA KINA

AIR CONDITIONING OF THE CINEMA

C) PROJEKT

PROJECT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

David Czempka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR BLASINSKI, Ph.D.

BRNO 2019

C. PROJEKT

3.1 Technická zpráva

3.1.1 Úvod

Předmětem tohoto projektu pro provádění stavby je návrh větrání a klimatizace v nově zamýšlené budově kina s nahrávacím studiem v Ostravě tak, aby byly zajištěny předepsané hodnoty hygienických výměn vzduchu a pohoda prostředí ve vybraných místnostech objektu spolu s doplňujícími požadavky technického.

3.1.1.1 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování projektové dokumentace byly stavební výkresy půdorysů 1-2.NP a svislý řez objektu v elektronické formě „dwg“ formátu. Dále také platné právní předpisy (zákony, nařízení vlády a prováděcí vyhlášky), české technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení:

- Nařízení vlády č. 217/2016 Sb., kterými se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 68/2010 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 93/2012 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb.
- Nařízení vlády č. 32/2016 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 20/2012 Sb., kterou se mění Vyhláška 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška č.6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- ČSN 73 0548 - Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN 12 7010/Z1 Vzduchotechnická zařízení – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení
- ČSN 73 0872 - Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení (1996)
- REMAK a.s. - podklady výrobce, návrhový program AeroCAD
- Greif-Akustik, s.r.o. – podklady výrobce, návrhový excel
- Elektrodesign Ventilátory spol. s r.o. – podklady výrobce
- Mandik, a.s. – podklady výrobce
- Návrhový software Teruna
- Lindab, LindQST - výběrový a kalkulační nástroj pro vzduchové vyústí, indukční jednotky a požární klapky.

3.1.1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo:	Ostrava-jih
Nadmořská výška:	239 m.n.m.
Normální tlak vzduchu:	98,7 kPa
Výpočtová teplota vzduchu:	léto + 32,6°C, entalpie: léto 63,8kJ/kg s. v., zima – 17,8°C

3.1.2 Základní koncepční řešení

Předmětem projektové dokumentace je část dvoupodlažní budovy v Ostravě. Budova je rozdělena na dvě části: kino s nahrávacím studiem a restaurace s pódium. Předmětem řešení je část s kinem s nahrávacím studiem. Samotný kinosál má kapacitu až 70 osob.

Při koncepční řešení vzduchotechniky byly zadané prostory rozděleny do 3 zón, tedy na 3 zařízení.

Zařízení č. 1 – zázemí pro návštěvníky (teplovzdušné větrání)

Zařízení č. 2 – kinosál (teplovzdušné vytápění)

Zařízení č. 3 – zázemí pro zaměstnance (teplovzdušné větrání)

VZT jednotky všech tří zařízení zajišťují jednostupňovou filtraci čerstvého vzduchu, rekuperaci pomocí deskového výměníku s křížovým prouděním vzduchu, ohřev přiváděného vzduchu pomocí teplovodního výměníku v zimním období, chlazení přívodního vzduchu vodním chladičem v letním období a u zařízení 2 a 3 také řízenou úpravou relativní vlhkosti přiváděného vzduchu v zimním období (vlhčení). Součástí dodávky VZT jednotky budou tlumící vložky, uzavírací klapky, dva ventilátory přívodní a odtahový s regulací výkonu pomocí frekvenčního měniče.

Pro distribuci filtrovaného, tepelně upraveného vzduchu a pro odvod znehodnoceného vzduchu bude navrženo obdélníkové potrubí z pozinkovaného ocelového plechu. Pro napojení koncových elementů bude navrženo ohebné zvukově izolační potrubí. Jako koncové distribuční elementy budou zvoleny vířivé výústky a talířové ventily firmy pro přívod i odvod vzduchu. Všechny výusti budou opatřeny regulačními prvky a budou sloužit pro doregulování distribučních elementů. Jako primární regulační prvky budou osazeny na určených odbočkách k distribučním elementům regulační klapky.

3.1.2.1 Hygienické větrání a klimatizace

Hygienické větrání bude navrženo v úrovni nejméně hygienického minima ve smyslu obecně závazných předpisů. V zařízení č. 1 a 3 budou místnosti v zimním období vytápěny otopnými tělesy. Pouze v zařízení č. 2 budou prostory vytápěny pomocí VZT jednotky. Tepelné zátěže v letním období budou pokryty VZT jednotkami, pouze v místnosti foyer bude navrženo dodatečné chlazení pomocí dvou jednotek fan coil.

U většiny místností hygienického zázemí je uvažováno podtlakové větrání, a proto bylo množství přiváděného vzduchu v přilehlých prostorech navýšeno. Aby bylo dosaženo cirkulace vzduchu, budou prostory s podtlakovým větráním opatřeny dvevní mřížkou (rozměru 525x125mm).

Uvažované dávky čerstvého vzduchu:

1 osoba	25 m ³ /h
umyvadlo	30 m ³ /h
WC	50 m ³ /h
pisoár	25 m ³ /h
výlevka	30 m ³ /h
sprcha	90 m ³ /h

3.1.2.2 Elektrická energie

Je uvažována pro pohon ventilátorů VZT jednotek, jednotek fan coil a pro regulační zařízení.

3.1.2.3 Tepelná energie

Rozvody topné a studené vody zajistí profese ÚT a chlazení.

3.1.3 Popis technického řešení

3.1.3.1 Zařízení č. 1 – zázemí pro návštěvníky

Zařízení č. 1 řeší vstupní halu, foyer, bar, hygienické zázemí a přilehlé prostory. Pro klimatizaci byla navržena vzduchotechnická jednotka Aero Master XP 06 od firmy Remak. Pro rozvod vzduchu se počítá s rovnotlakým systémem, přívod i odvod vzduchu je 3250 m³/h.

Navržená vzduchotechnická jednotka bude umístěna na střeše na betonovém základu o výšce 540mm. Jednotka bude opatřena stříškou a ocelovým rámem se stavitelnými nohama o výšce 300mm.

Jednotka zajišťuje jednostupňovou filtraci M5 (ISO Coarse 80%) čerstvého vzduchu, rekuperaci pomocí deskového výměníku s křížovým prouděním vzduchu, ohřev přiváděného vzduchu pomocí teplovodního výměníku v zimním období a chlazení přívodního vzduchu vodním chladičem v letním období. Součástí dodávky VZT jednotky budou tlumicí vložky, uzavírací klapky, přívodní a odtahový ventilátor s regulací výkonu pomocí frekvenčního měniče. Proti zabránění šíření hluku od ventilátorů do místností je přívodní i odvodní potrubí opatřeno buňkovým tlumičem 750 x 500 typu G (s děrovaným plechem) o délce 2 m.

Jako teplotonosná látka ohříváče a chladiče je uvažován 35% ethylenglykol. Ohříváč bude pracovat s teplotním spádem 70/50°C a chladič s 7/13°C. Rozvody topné a studené vody zajistí profese ÚT a chlazení.

Přívodní i odvodní potrubí je ze střechy vedeno technologickým prostorem do vstupní haly, odkud je větveno k distribučním elementům v jednotlivých místnostech. Na distribuční elementy –

vířivé vyústě a talířové ventily firmy Mandík jsou vzduchovody napojeny ohebným potrubím SONOFLEX. Potrubní rozvody jsou vedeny v navržených podhledech.

Množství čerstvého vzduchu přiváděného do místností je ve všech případech nad hranicí hygienického minima. V zimním období bude přiváděn vzduch o teplotě 21°C. Prostory budou doplněny otopnými tělesy pro pokrytí tepelných ztrát. V letním období bude do místností přiváděn vzduch o teplotě 19°C v dostatečném množství pro pokrytí tepelné zátěže.

3.1.3.2 Zařízení č. 2 – kinosál

Zařízení č. 2 se skládá ze tří funkčně propojených místností: kinosálu, promítací místnosti a místnosti zvukaře. Pro klimatizaci zde byla navržena vzduchotechnická jednotka Aero Master XP 10 od firmy Remak. Pro rozvod vzduchu se počítá s rovnotlakým systémem, přívod i odvod vzduchu je 6550 m³/h. Navržená vzduchotechnická jednotka bude umístěna ve 2.NP ve strojovně VZT.

Jednotka zajišťuje jednostupňovou filtraci M5 (ISO Coarse 80%) čerstvého vzduchu, rekuperaci pomocí deskového výměníku s křížovým prouděním vzduchu, ohřev přiváděného vzduchu pomocí teplovodního výměníku v zimním období a chlazení přívodního vzduchu vodním chladičem v letním období a řízenou úpravou relativní vlhkosti přiváděného vzduchu v zimním období parním zvlhčovačem. Součástí dodávky VZT jednotky budou tlumící vložky, uzavírací klapky, přívodní a odtahový ventilátor s regulací výkonu pomocí frekvenčního měniče. Proti zabránění šíření hluku od ventilátorů do místností je přívodní i odvodní potrubí opatřeno dvěma buňkovým tlumiči 800 x 700 typu G (s děrovaným plechem) o délce 2 m.

Jako teplotonosná látka ohříváče a chladiče je zde voda. Ohříváč bude pracovat s teplotním spádem 70/50°C a chladič s 7/13°C. Rozvody topné a studené vody zajistí profese ÚT a chlazení.

Přívodní i odvodní potrubí ze VZT jednotky bude procházet přes technologický prostor do kinosálu. Veškeré potrubní rozvody v kinosálu budou vedeny těsně pod střešními vazníky v navržených podhledech. Rozvody budou na vířivé vyústě napojeny ohebným potrubím SONOFLEX.

Množství čerstvého vzduchu přiváděného do místností je ve všech případech nad hranicí hygienického minima. V zimním období bude přiváděn vzduch o teplotě 22°C, který pokryje tepelné ztráty. V letním období bude do místností přiváděn vzduch o teplotě 20°C v dostatečném množství pro pokrytí tepelné zátěže.

3.1.3.3 Zařízení č. 3 – zázemí pro zaměstnance

Zařízení č. 3 řeší prostory jako: nahrávací studio, režii, kancelář, denní místnost, hygienické zázemí a přilehlé prostory. Pro klimatizaci zde byla navržena vzduchotechnická jednotka Aero Master XP 10 od firmy Remak. Pro rozvod vzduchu se počítá s rovnotlakým systémem, přívod i odvod vzduchu je 5000 m³/h.

Navržená vzduchotechnická jednotka bude umístěna na střeše na betonovém základu o výšce 540mm. Jednotka bude opatřena stříškou a ocelovým rámem se stavitelnými nohama o výšce 300mm.

Jednotka zajišťuje jednostupňovou filtraci M5 (ISO Coarse 80%) čerstvého vzduchu, rekuperaci pomocí deskového výměníku s křížovým prouděním vzduchu, ohřev přiváděného vzduchu pomocí teplovodního výměníku v zimním období a chlazení přívodního vzduchu vodním chladičem v letním období a řízenou úpravou relativní vlhkosti přiváděného vzduchu v zimním období parním zvlhčovačem. Součástí dodávky VZT jednotky budou tlumící vložky, uzavírací klapky, dva ventilátory přívodní a odtahový s regulací výkonu pomocí frekvenčního měniče. Proti zabránění šíření hluku od ventilátorů do místností je přívodní i odvodní potrubí opatřeno dvěma buňkovými tlumiči 800 x 600 typu G (s děrovaným plechem) a s délkou 2 m. Přívodní a odvodní potrubí propojující místnost režie a nahrávací studio bude osazeno kulisovým tlumičem DLD – 4HR 250 x 250 s délkou 1,5 m.

Jako teplotonosná látka ohříváče a chladiče je uvažován 35% ethylenglykol. Ohříváč bude pracovat s teplotním spádem 70/50°C a chladič s 7/13°C. Rozvody topné a studené vody zajistí profese ÚT a chlazení.

Přívodní i odvodní potrubí je vedeno ze střechy do strojovny VZT, kde se větví a pokračuje k distribučním elementům v 1. a 2.NP. Na distribuční elementy – vířivé vyústě a talířové ventily firmy Mandík jsou vzduchovody napojeny ohebným potrubím SONOFLEX. Potrubní rozvody jsou vedeny v navržených podhledech.

Množství čerstvého vzduchu přiváděného do místností je ve všech případech nad hranicí hygienického minima. V zimním období bude přiváděn vzduch o teplotě 21°C. Prostory budou doplněny otopnými tělesy pro pokrytí tepelných ztrát. V letním období bude do místností přiváděn vzduch o teplotě 19°C v dostatečném množství pro pokrytí tepelné zátěže. Pouze v místnosti foyer bude navrženo dodatečné chlazení pomocí dvou jednotek fan coil.

3.1.4 Nároky na energii

K zajištění chodu větracích a klimatizačních zařízení bude třeba zabezpečit elektrickou energii pro pohon elektromotorů ventilátorů, čerpadel, uzavíracích a regulačních klapek.

3.1.5 Měření a regulace, protimrazová ochrana

Navržené systémy VZT jednotek budou řízeny a regulovány pomocí systému MaR:

- Ovládání chodu ventilátorů
- Regulace teploty vzduchu, řízením výkonu teplovodního ohříváče v zimním období pomocí metody směšování
- Regulace teploty vzduchu, řízením výkonu vodního chladiče v letním období
- Regulace výměny vzduchu pomocí teplotních, vlhkostních čidel a čidlem koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu.
- Ovládání regulačních klapek pomocí servopohonů
- Protinámrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vody i vzduchu.
- Signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku

- Plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měniči jak na přívodu, tak na odvodu z důvodu zanášení filtrů
- Snímání a signalizace zanesení filtrů
- Signalizace poruchy
- Snímání signalizace chodu, poruchy a zapnutí a vypnutí zdroje chladu

3.1.6 Nároky na související profese

3.1.6.1 Stavební úpravy

- Otvory pro prostupy vzduchovodů včetně zapravení a odklizení sutě
- Otvory pro prostupy chladivového Cu potrubí včetně zapravení a odklizení sutě
- Obložení a dotěsnění prostupů VZT potrubí izolačními protiotřesovými hmotami v rámci zapravení
- Dotěsnění a oplechování prostupů střešní konstrukcí
- Zajištění případných nátěrů VZT prvků umístěných na fasádě, či střeše objektu (architektonické ztvárnění)
- Stavební, výpomocné práce
- Zřízení revizních otvorů pro přístup k ventilátorům, regulačním a požárním klapkám v nerozebíratelných částech podhledu
- Zřízení základu pro osazení venkovních VZT jednotek na střeše
- Dodávka stěnových/dveřních mřížek daných rozměrů dle požadavku

3.1.6.2 Silnoproud

- Připojení všech elektrických spotřebičů a zařízení na elektrickou energii dle potřeby těchto zařízení
- Silové napojení rozvaděče MaR
- Zajistit uzemnění vzduchotechnických zařízení včetně potrubních rozvodů, které jsou vodivě propojeny
- Silové napojení připojovacích rozhraní systému přímého chlazení
- Silové napojení elektrických parních vyvíječů
- Osazení deblokačních (servisních) vypínačů na kondenzačních jednotkách přímého chlazení

3.1.6.3 Vytápění

- příprava otopné vody pro výměník ohříváče a její následné přivedení k výměníku zařízení (včetně příslušných regulačních armatur)

3.1.6.4 Zdravotní technika

- napojení a odvod kondenzátu přes zápachovou uzávěrku do kanalizace (podlahové vpusti) na všech zařízeních, ve kterých vzniká kondenzát (chladič, rekuperátor, zvlhčovač atd.)

3.1.7 Protihluková a protiotřesová opatření

Do rozvodných tras potrubí budou vloženy buňkové tlumiče hluku, které sníží akustický výkon vydávaný ventilátorem na maximální přípustnou hranici v dané místnosti a venkovním prostředí. Tyto tlumiče budou osazeny jak v přívodních, tak odvodních trasách vzduchovodů, a to v rozměru předepsaném dle výpočtu. Veškeré točivé stroje (jednotky, ventilátory) budou pružně uloženy kvůli zamezení přenosu vibrací do stavebních konstrukcí a jejich dalšímu šíření. Rám jednotky bude stát na gumových podložkách. Veškeré vzduchovody budou napojeny na VZT jednotku přes tlumicí vložky.

3.1.8 Izolace a nátěry

Přívodní potrubí bude v prostoru klimatizovaných místností tepelně izolováno v tloušťce 40 mm. Potrubí procházející mezi klimatizovanou místností a strojovnou bude požárně izolováno. Veškeré potrubí vedené ve strojovně VZT bude opatřeno izolací tloušťky 60 mm. Téměř všechny potrubní rozvody na střeše budou opatřeny izolací tloušťky 60 mm, pouze odvodní výtlačné potrubí bude opatřeno izolací tloušťky 100 mm. Izolace má za úkol vyloučit kondenzaci vodních par na povrchu potrubí a zároveň omezit ztráty tepla či chladu a omezit šíření hluku do okolního prostředí.

3.1.9 Protipožární opatření

Do vzduchovodů procházející stavební konstrukci ohraničující určitý požární úsek budou navrženy protipožární klapky. Ke klapkám bude zajištěn servisní přístup. Vzduchovody mezi protipožární klapkou a požárně dělicí konstrukcí budou opatřeny protipožární izolací.

3.1.10 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

Montáž je potřeba vykonávat podle pokynů uvedených v podkladech výrobce a dodavatele zařízení. VZT zařízení musí být pravidelně kontrolována a čištěna, podmínky určí dodavatel VZT.

3.1.11 Závěr

Navržené větrací a klimatizační zařízení splňuje nároky kladené na provoz daného typu a charakteru. Celoročně zabezpečí v daných místnostech pohodu prostředí požadovanou předpisy s ohledem na technické možnosti při zabezpečení maximální hospodárnosti provozu těchto zařízení.

3.1.12 Tabulka zařízení a místností

Č. místnosti	Název	Plocha [m ²]	Objem [m ³]
Zařízení č. 1 - Teplovzdušné větrání zázemí pro návštěvníky			
101	Vstupní hala	37,8	192,8
102	Šatna	20,2	103,0
103, 104 a 114	Foyer, bar a chodba	84,9	392,1
105	Příruční sklad	15,8	80,6
106	Umývárna pers.	2,2	7,2
107	WC pers.	2,7	8,9
108	Úklid	1,7	5,6
109	Umývárna ženy	3,1	10,4
110	WC ženy	9,8	32,2
111	Umývárna muži	3,1	10,4
112	WC muži	9,0	32,2
113	WC invalidé	2,9	9,6
Zařízení č. 2 - Klimatizace kinosálu			
131	Kinosál	166,1	1262,4
213	Promítárna	42,1	168,4
214	Místnost zvukaře	16,8	67,2
Zařízení č. 3 - Teplovzdušné větrání zázemí pro zaměstnance			
115 a 116	Chodba a schodiště	46,9	154,8
117	Kancelář	10,7	35,3
118	Šatna pers.	3,1	10,4
119	Sprcha	2,9	9,5
120	WC	1,5	4,9
121	Sklad obaly/nápoje	12,0	39,6
122	Šatna účinkující 1	15,3	50,6
123	Sprcha 1	2,9	9,5
124	WC1	1,5	4,9
125	Šatna účinkující 2	15,3	50,6
126	Sprcha 2	2,9	9,5
127	WC 2	1,5	4,9
128	Sklad mobiliář	19,0	62,8
129	UPS	14,7	48,4
130	Regulační stanice	5,7	18,9
201	Chodba a schodiště	45,0	175,5
202	Nahrávací studio	33,1	129,2
203	Režie	18,2	71,0
204	AV dílna	13,3	51,7
205	Denní místnost	9,9	38,4
206	Strojovna vzt.	26,3	102,6
207	Úklid	2,6	10,3
208	Umývárna 1	1,9	7,5
209	WC 1	1,5	6,0
210	Umývárna 2	1,9	7,5
211	WC 2	1,5	6,0
212	Kuchyňka	4,6	18,0

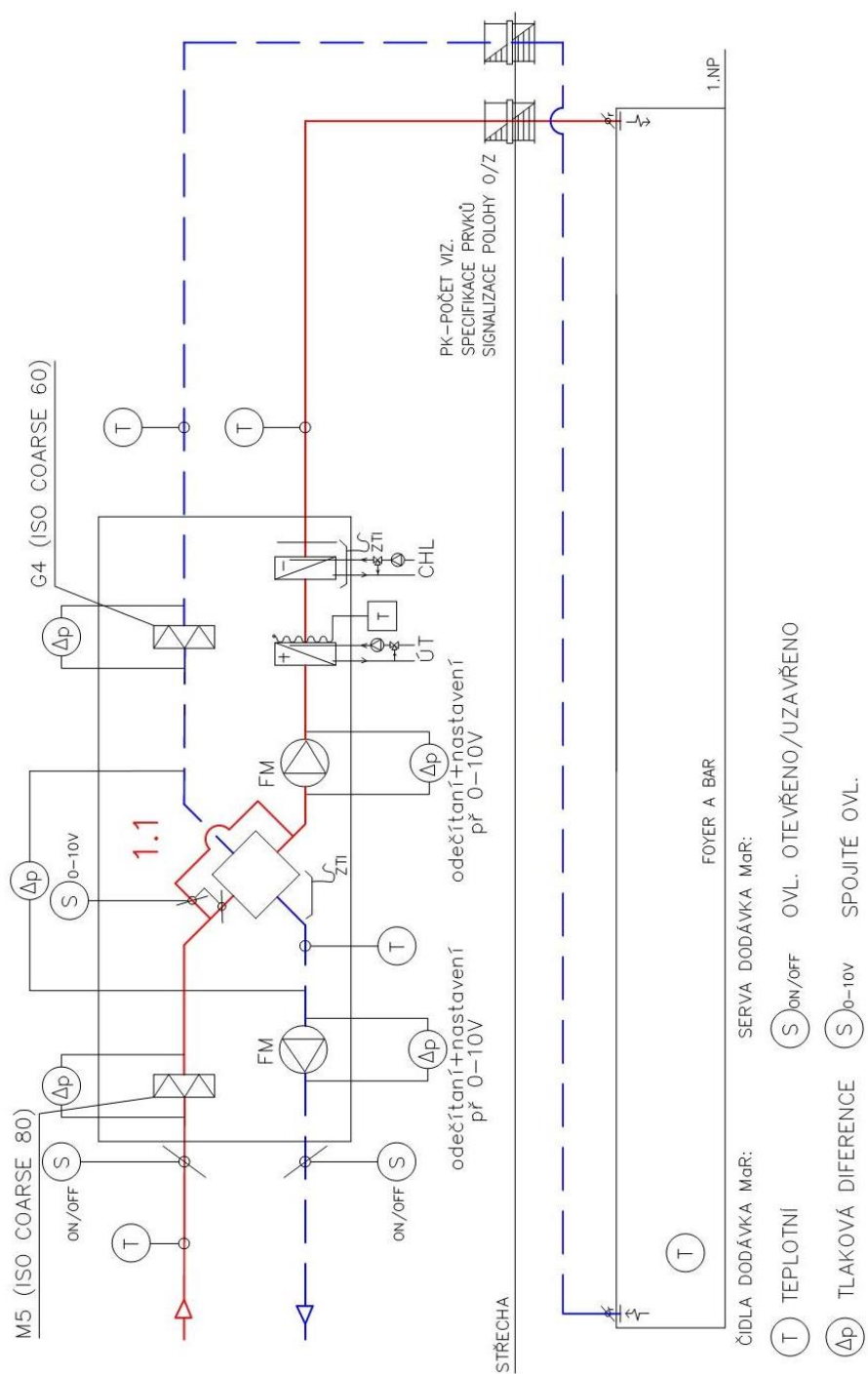
3.2 Technická specifikace

Zařízení č. 1 - zázemí pro návštěvníky			
ozn.	Popis zařízení	Jednotka	Množství
1.1	VZT jednotka	ks	1
	Část přívodu: tlumící vložka, uzavírací klapka, sekce filtru M5, sekce deskového rekuperátoru, sekce ventilátoru, sekce ohřívače, sekce chladiče, tlumící vložka		
	Část odvodu: tlumící vložka, sekce filtru G4, sekce deskového rekuperátoru, sekce ventilátoru, uzavírací klapka, tlumící vložka		
1.2	Tlumiče hluku		
1.2.1	Buňkový tlumič 750x500 mm délka 2000 mm (3 buňky)	ks	2
1.3	Distribuční prvky pro přívod vzduchu		
1.3.1	Vířivá vyúst VVM600 C/V/P/48/R	ks	2
1.3.2	Vířivá vyúst VVM500 C/V/P/24/R	ks	5
1.3.3	Talířový ventil TVPM 200	ks	2
1.4	Distribuční prvky pro odvod vzduchu		
1.4.1	Vířivá vyúst VVM600 C/V/O/48/R	ks	2
1.4.2	Vířivá vyúst VVM500 C/V/O/24/R	ks	4
1.4.3	Talířový ventil TVOM 125	ks	6
1.4.4	Talířový ventil TVOM 200	ks	2
1.5	Koncové elementy v exteriéru		
1.5.1	Výfukový oblouk včetně síta 500x355 mm délka 300 mm	ks	2
1.6	Protipožární klapky		
1.6.1	Protipožární klapka 500x355 mm	ks	2
1.7	Regulační prvky		
1.7.1	Regulační klapka 225x355 mm	ks	1
1.7.2	Regulační klapka 315x200 mm	ks	1
1.8	Flexibilní potrubí		
1.8.1	Sonoflex MO - Ø250 mm	bm	6
1.8.2	Sonoflex MO - Ø200 mm	bm	13
1.8.3	Sonoflex MO - Ø125 mm	bm	5
1.9	Čtyřhranné potrubí pozinkované		
1.9.1	do obvodu 1890 mm / 20 % tvarovek	bm	26
1.9.2	do obvodu 1500 mm / 10 % tvarovek	bm	44
1.9.3	do obvodu 1050 mm / 30 % tvarovek	bm	12
1.9.4	do obvodu 650 mm / 5 % tvarovek	bm	13
1.10	Chladicí jednotky		
1.10.1	Kazetová jednotka GEKO – GCS1.UW0.A05	ks	2

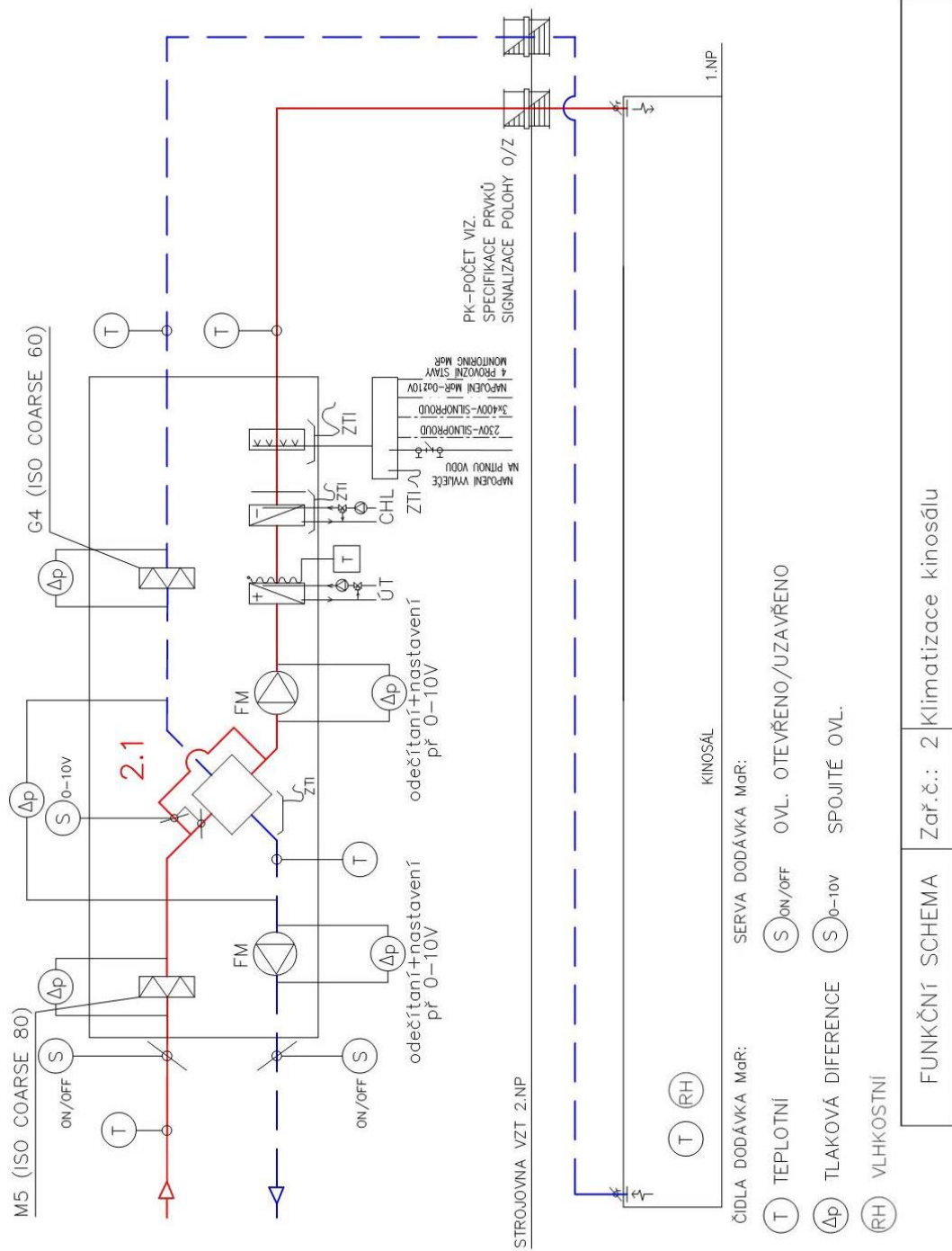
Zařízení č. 2 - kinosál			
ozn.	Popis zařízení	Jednotka	Množství
2.1	VZT jednotka	ks	1
	Část přívodu: tlumící vložka, uzavírací klapka, sekce filtru M5, sekce deskového rekuperátoru, sekce ventilátoru, sekce ohřívače, sekce chladiče, sekce zvlhčování, tlumící vložka		
	Část odvodu: tlumící vložka, sekce filtru G4, sekce deskového rekuperátoru, sekce ventilátoru, uzavírací klapka, tlumící vložka		
2.2	Tlumiče hluku		
2.2.1	Buňkový tlumič 800x700 mm s délkou 2000 mm (2 buňky)	ks	4
2.3	Distribuční prvky pro přívod vzduchu		
2.3.1	Vířivá vyúst VVM600 C/V/P/48/R	ks	12
2.4	Distribuční prvky pro odvod vzduchu		
2.4.1	Vířivá vyúst VVM600 C/V/O/48/R	ks	11
2.5	Koncové elementy v exteriéru		
2.5.1	Protidešťová žaluzie 1000x1200 mm	ks	1
2.5.2	Výfukový oblouk včetně síta 710x500 mm délka 500 mm	ks	1
2.6	Protipožární klapky		
2.6.1	Protipožární klapka 800x700 mm	ks	1
2.6.2	Protipožární klapka 560x500 mm	ks	1
2.7	Regulační prvky		
2.7.1	Regulační klapka 400x500 mm	ks	3
2.8	Flexibilní potrubí		
2.8.1	Sonoflex MO - Ø250 mm	bm	13
2.9	Čtyřhranné potrubí pozinkované		
2.9.1	do obvodu 4460 mm / 70 % tvarovek	bm	2
2.9.2	do obvodu 2630 mm / 20 % tvarovek	bm	40
2.9.3	do obvodu 1890 mm / 100 % tvarovek	bm	1
2.9.4	do obvodu 1500 mm / 15 % tvarovek	bm	45
2.9.5	do obvodu 1050 mm / 0 % tvarovek	bm	19

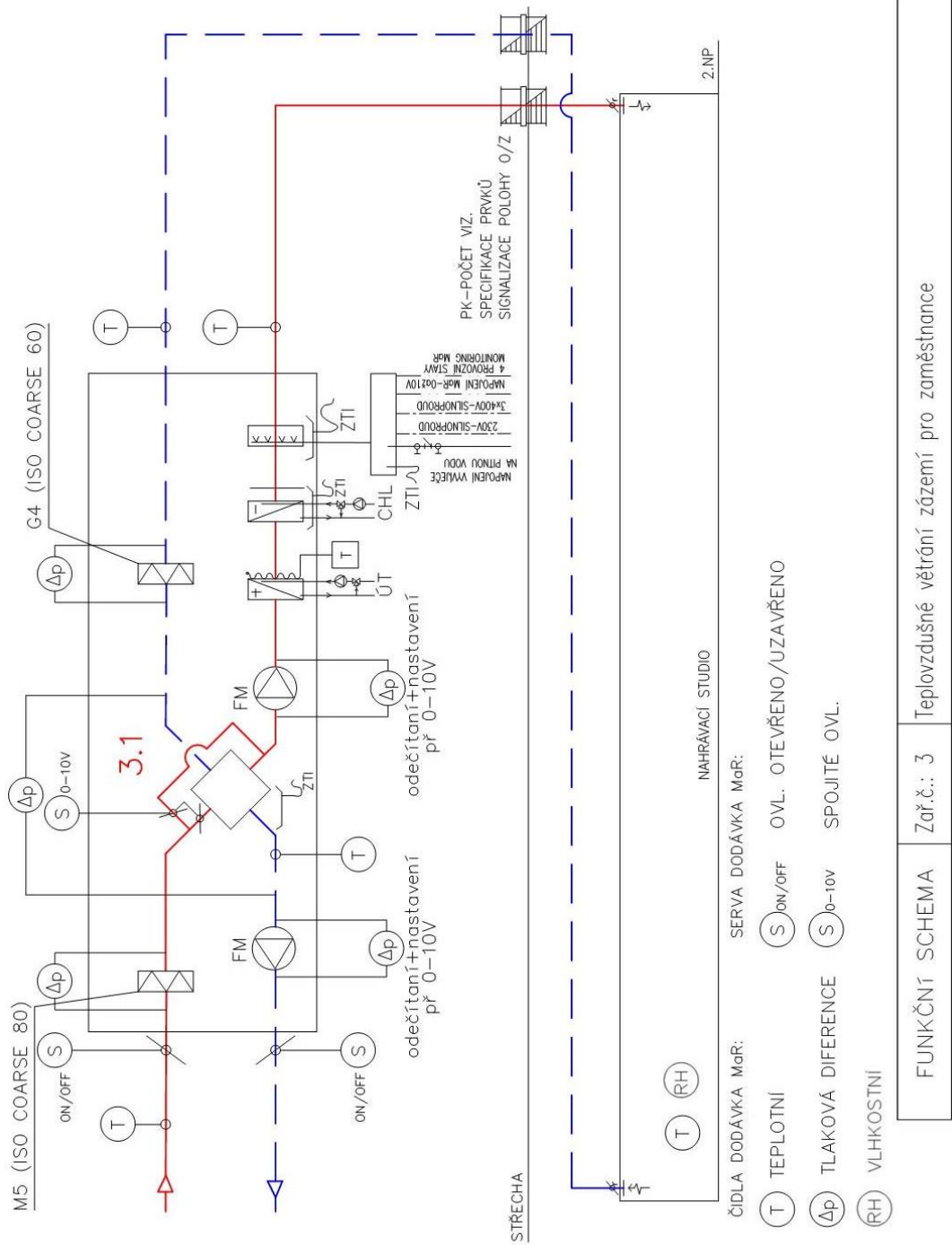
Zařízení č. 3 - zázemí pro zaměstnance			
ozn.	Popis zařízení	Jednotka	Množství
3.1	VZT jednotka	ks	1
	Část přívodu: tlumící vložka, uzavírací klapka, sekce filtru M5, sekce deskového rekuperátoru, sekce ventilátoru, sekce ohřívače, sekce chladiče, sekce zvlhčování, tlumící vložka		
	Část odvodu: tlumící vložka, sekce filtru G4, sekce deskového rekuperátoru, sekce ventilátoru, uzavírací klapka, tlumící vložka		
3.2	Tlumiče hluku		
3.2.1	Buňkový tlumič 800x600 mm délka 2000 mm (3 buňky)	ks	4
3.2.2	Kulisový tlumič 250x250 mm délka 1500 mm	ks	2
3.3	Distribuční prvky pro přívod vzduchu		
3.3.1	Vířivá vyúst VVM500 C/V/P/24/R	ks	15
3.3.2	Talířový ventil TVPM 125	ks	3
3.3.2	Talířový ventil TVPM 200	ks	3
3.4	Distribuční prvky pro odvod vzduchu		
3.4.1	Vířivá vyúst VVM500 C/V/O/24/R	ks	15
3.4.2	Talířový ventil TVOM 125	ks	12
3.4.3	Talířový ventil TVOM 200	ks	2
3.5	Koncové elementy v exteriéru		
3.5.1	Výfukový oblouk včetně síta 630x400 mm délka 500 mm	ks	2
3.6	Protipožární klapky		
3.6.1	Protipožární klapka 630x400 mm	ks	2
3.6.2	Protipožární klapka 225x355 mm	ks	2
3.6.3	Protipožární klapka 200x355 mm	ks	1
3.6.4	Protipožární klapka 225x280 mm	ks	1
3.7	Regulační prvky		
3.7.1	Regulační klapka 400x355 mm	ks	1
3.7.2	Regulační klapka 315x400 mm	ks	1
3.7.3	Regulační klapka 200x355 mm	ks	1
3.7.4	Regulační klapka 225x280 mm	ks	1
3.7.5	Regulační klapka 250x225 mm	ks	1
3.8	Flexibilní potrubí		
3.8.1	Sonoflex MO - Ø200 mm	bm	25
3.8.2	Sonoflex MO - Ø125 mm	bm	12
3.9	Čtyřhranné potrubí pozinkované		
3.9.1	do obvodu 2630 mm / 10% tvarovek	bm	18
3.9.2	do obvodu 1500 mm / 25 % tvarovek	bm	32
3.9.3	do obvodu 1050 mm / 10 % tvarovek	bm	38
3.9.4	do obvodu 650 mm / 10 % tvarovek	bm	11

3.3 Funkční schémata



FUNKČNÍ SCHEMA	Zař.č.: 1	Teplotovzdušné větrání zázemí pro návštěvníky
----------------	-----------	---





ZÁVĚR

Výsledkem práce je návrh vzduchotechnického vybavení budovy kina situovaného v lokalitě Ostrava-jih. Objekt byl rozdělen do tří zařízení (funkčních celků). Byla vyhotovena kompletní projektová dokumentace pro 3 vzduchotechnické jednotky. Vzduchotechnická jednotka prvního zařízení obsluhuje prostory, ve kterých budou trávit čas především návštěvníci, a zajišťuje teplovzdušné větrání pro zimní období a chlazení v letním období. Druhá vzduchotechnická jednotka obsluhuje kinosál, místnost zvukaře a promítací místnost a zajišťuje teplovzdušné vytápění v zimním období a chlazení v létě. Vzduchotechnická jednotka třetího zařízení, zázemí pro zaměstnance, zajišťuje teplovzdušné větrání v zimním období a chlazení v letním období. Návrh byl proveden v souladu s platnými hygienickými, bezpečnostními, protipožárními předpisy a normami. V dané budově jsou tak zajištěny optimální mikroklimatické podmínky pro pobyt osob.

POUŽITÉ ZDROJE

Knihy a akademické práce

- [1] DONAŤÁKOVÁ, Dagmar. *Stavební akustika a denní osvětlení: Modul 01 - Stavební akustika*. Brno, 2010.
- [2] FIŠAROVÁ, Zuzana. *Stavební fyzika - stavební akustika v teorii a praxi*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2014. ISBN 978-80-214-4878-0.
- [3] KAŇKA, Jan. *Stavební fyzika 1: akustika budov*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03664-8.
- [4] MARTIN, Martin *Akustika malých prostorů*: bakalářská práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací, 2016. 69s Vedoucí práce byl Ing. Jiří Schimmel, Ph.D.
- [5] VAŠINA, Martin. *Studium materiálů z hlediska tlumení zvuku a vibrací: Study of materials in terms of sound and vibration damping: teze habilitační práce*. Brno: VUTIUM, 2010. ISBN 978-80-214-4218-4.

Elektronické zdroje

- [6] Akustika. *Wikiskripta.eu* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Akustika#Akustick.C3.A1_rychlost_v_.E2.80.93_okam.C5.BEit.C3.A1_rychlost
- [7] *Akustika, základní pojmy a veličiny v akustice*. UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ. [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_02.pdf
- [8] *Buňkové tlumiče hluku G* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: http://www.greif.cz/download/2018/ITS102-01_Bunkove_tlumice_hluku_G.pdf
- [9] DOMKÁŘ, Vít. *Akustika vybrané kapitoly pro architekty a designéry*, katedra architektury fsv čvut v praze [online]. Copyright © [cit. 17.05.2019]. Dostupné z: <http://k129.cz/wp-content/uploads/2016/09/5.akustika.pdf>
- [10] Inois® von eurolac. *ARCHI TONIC* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://www.architonic.com/de/product/eurolac-inois-/1467218>
- [11] JELÍNEK, Ondřej, Aleš RUBINA a Petr BLASINSKI. *Akustika a protihluková opatření ve vzduchotechnice* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/10319-akustika-a-protihlukova-opatreni-ve-vzduchotechnice>
- [12] JULINA, Jiří. *Akustické vlastnosti vybraných stavebních materiálů* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/7006/julina_2008_bp.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [13] KAŇKA, Jan. *Kmitající membrány a desky* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/akustika-staveb/230-kmitajici-membrany-a-desky>
- [14] KAŇKA, Jan. *Dutinové rezonátory* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/akustika-staveb/231-dutinove-rezonatory>
- [15] *Kazetové jednotky Cassette-Geko*. Flaktgroup.com [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://www.flaktgroup.com/cs/products/air-diffusion-/fan-coils/non-ductable-fan-coil-unit/cassette-geko/>

- [16] KLEPEIS, Neil E. *The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): A Resource for Assessing Exposure to Environmental Pollutants* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://indoor.lbl.gov/sites/all/files/lbnl-47713.pdf>
- [17] *LindQST* [online]. LINDAB. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://www.lindab.com/cz/pro/software/ventilace/pages/lindqst.aspx>
- [18] MANDÍK, a.s. *Vyúst s vířivým výtokem vzduchu* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/anemostaty/vvm>
- [19] MANDÍK, a.s. *Talířový ventil* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/dyzy-a-ventily/tvom,-tvpm>
- [20] MATHAUSEROVÁ, Zuzana. *Hygienické požadavky na vnitřní prostředí staveb* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/9595-hygienicke-pozadavky-na-vnitri-prostredi-staveb>
- [21] Paroc.cz. *Obecné informace o zvuku* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://www.paroc.cz/knowhow/zvuk/obecne-informace-o-zvuku>
- [22] REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. *Vznik a druhy vlnění* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/print/165-vznik-a-druhy-vlneni>
- [23] ROZMAJZL, Lukáš. *Kdyby bylo v kanceláři ticho, bylo by to špatně* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <HTTPS://WWW.MORETHANOFFICE.EU/CS/CLANKY/KDYBY-BYLO-V-KANCELARI-TICHO-BYLO-BY-TO-SPATNE>
- [24] RUBINOVÁ, Olga. *Hluk ve vzduchotechnice, zpětné získávání tepla* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: https://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubanova.o/prednasky/A_VZT%2012_09.pdf
- [25] STEINER, d. *Akustika* [online]. [cit. 17.05.2019], <http://www.steiner.cz/david/akustika/>
- [26] *Stupnice a oktávy - Vysoká škola báňská Technická univerzita Ostrava* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: https://www.fs.vsb.cz/export/sites/fs/330/.content/files/3_Stupnice-a-oktavy.pdf
- [27] *Soundproofing industrial equipment* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://industrial-soundenclosures.com/soundproofing-industrial-equipment-1/>
- [28] *Third-Octave* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/third-octave>
- [29] TZB-INFO. *Normové hodnoty součinitele prostupu tepla UN,20 jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540-2:2011* [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/136-normove-hodnoty-soucinitele-prostupu-tepla-un-20-jednotlivych-konstrukci-dle-csn-73-0540-2-2011-tepeln-a-ochrana-budov-cast-2-pozadavky>
- [30] VÁGNEROVÁ, Monika. *PŘÍRUČKA PRO ZAČÁTEČNÍKY - ZÁKLADY AKUSTIKY* [online]. GREIF-AKUSTIKA, S.R.O. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <http://www.greif.cz/download/its075-zaklady-akustiky-prirucka-pro-zacatecniky.pdf>
- [31] *Zvuk*. Wikipedia [online]. [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Zvuk>

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázky

Obr. 1 Oblast slyšitelného frekvenčního pásma [6]	13
Obr. 2 Šíření zvuku od zdroje ve volném prostoru – kulové vlny [1]	14
Obr. 3 Příčné vlnění [11]	14
Obr. 4 Podélné vlnění [11]	14
Obr. 5 Vlnění zvuku [21]	15
Obr. 6 Časový průběh celkového statického tlaku p ve vzduchu [7]	16
Obr. 7 Činitel směrovosti zdroje zvuku Q v závislosti na jeho umístění [1]	16
Obr. 8 Zvuk v závislosti na čase [3]	18
Obr. 9 Odraz zvuku [9]	19
Obr. 10 Konstrukce odrazu paprsku pomocí zdánlivého zdroje [1]	21
Obr. 11 Konstrukce stropu auditoria z rovinných ploch [3]	22
Obr. 12 Doba dozvuku [3]	22
Obr. 13 Absorpce zvuku [9]	24
Obr. 14 Příklad akustické pěny [27]	24
Obr. 15 Skladba porézního absorbéru [9]	24
Obr. 16 Kmitočtová závislost činitele zvukové pohltivosti α na tloušťce [3]	25
Obr. 17 Schéma konstrukce pohlcovače typu kmitající membrán [13]	25
Obr. 18 typický průběh závislosti činitele pohltivosti α na kmitočtu [13]	25
Obr. 19 Sestava tvárnicevých rezonátorů a pohlcovač typu děrovaná deska [14]	26
Obr. 20 Příklad dutinového rezonátoru [10]	26
Obr. 21 Příklad akusticky zavěšených prvků [22]	27
Obr. 22 Difuze zvuku [9]	27
Obr. 23 Příklad akustických difuzorů [9]	28
Obr. 24 Optimální doba dozvuku v závislosti na objemu a účelu místnosti [1]	29
Obr. 25 Funkční celky v 1.NP	32
Obr. 26 Funkční celky v 2.NP	32
Obr. 27 Graf průběhu tepelné zátěže v místnosti Foyer	39
Obr. 28 Graf průběhu tepelné zátěže v kinosálu	41
Obr. 29 Graf průběhu tepelné zátěže ve skladu	43
Obr. 30 Tlakové poměry v 1.NP	47
Obr. 31 Tlakové poměry v 2.NP	48
Obr. 32 Vířivá vyúst [18]	49
Obr. 33 Určení tlakové ztráty a akustického výkonu pro přívodní vířivou vyúst v místnosti 101 a legenda značení [18]	49
Obr. 34 Talířový ventil pro přívod (vlevo) a odvod (vpravo) vzduchu [19]	50
Obr. 35 Určení tlakové ztráty a akustického výkonu pro přívodní talířový ventil v místnosti 208 a legenda značení [19]	50
Obr. 36 Schéma dimenzování potrubních rozvodů v 1.NP	54
Obr. 37 Schéma dimenzování potrubních rozvodů ve 2.NP	55
Obr. 38 Základní parametry VZT jednotky zařízení č. 1 – Aero Master XP 06	60

Obr. 39 H-x diagram pro VZT zařízení č. 1.....	61
Obr. 40 Základní parametry VZT jednotky zařízení č. 2 – Aero Master XP 10	62
Obr. 41 H-x diagram pro VZT zařízení č. 2.....	63
Obr. 42 Základní parametry VZT jednotky zařízení č. 3 – Aero Master XP 10	64
Obr. 43 H-x diagram pro VZT zařízení č. 3.....	65
Obr. 44 Výběr vnitřní chladicí jednotky [15].....	67
Obr. 45 Použití korekčního faktoru pro chladicí výkon [15]	67
Obr. 46 Stropní kazetová jednotka [15].....	67
Obr. 47 Kulisový tlumič DLD - 4HR [17].....	74
Obr. 48 Vysvětlení úseků potrubí pro dimenzování izolací	76

Tabulky

Tab. 1 Střední kmitočty oktavových pásem a hodnoty korekcí váhového filtru A [3]	17
Tab. 2 Maximální objemy prostorů doporučené z hlediska možného akustického výkonu zdrojů živé hudby a řeči. [3].....	17
Tab. 3 Dovolенý rozdíl drah mezi přímým a odraženým zvukem [3].....	21
Tab. 4 Maximální objemy prostorů doporučené z hlediska možného akustického výkonu zdrojů živé hudby a řeči. [3].....	29
Tab. 5 Klimatické údaje stavby.....	33
Tab. 6 Požadavky na vnitřní prostředí	33
Tab. 7 Výpočet součinitele prostupu tepla obvodové stěny	34
Tab. 8 Sumarizační tabulka vypočtených hodnot součinitele prostupu tepla konstrukcí ve srovnání s ČSN EN 730540-2:2011.....	34
Tab. 9 Tepelné ztráty skupina místností foyer, bar a chodba.....	36
Tab. 10 Tepelné ztráty kinosálu	36
Tab. 11 Tepelné ztráty nahrávacího studia.....	37
Tab. 12 Stanovení průtoků vzduchu v zařízení č. 1	44
Tab. 13 Stanovení průtoků vzduchu v zařízení č. 2	45
Tab. 14 Stanovení průtoků vzduchu v zařízení č. 3	46
Tab. 15 Výpis navržených přívodních distribučních elementů	50
Tab. 16 Výpis navržených odvodních distribučních elementů	52
Tab. 17 Dimenzování hlavní větve přívodního potrubí zařízení č. 1	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 18 Dimenzování hlavní větve odvodního potrubí zařízení č. 1	57
Tab. 19 Dimenzování hlavní větve přívodního potrubí zařízení č. 2	57
Tab. 20 Dimenzování hlavní větve odvodního potrubí zařízení č. 2	58
Tab. 21. Dimenzování hlavní větve přívodního potrubí zařízení č. 3	58
Tab. 22 Dimenzování hlavní větve odvodního potrubí zařízení č. 3	59
Tab. 23 Výpis navržených izolací.....	76

PŘÍLOHY

A. Výpočet součinitele prostupu tepla

VS1 - Vnitřní stěna 400 mm	d[m]	λ[W/mK]	R[m²K/W]	U[W/m2K]	Požado- vané U	Doporu- čené U
vápenosádrová omítka	0,012	0,44	0,027	0,26	2,70	1,80
pórobetonové tvárnice Ytong Standard	0,375	0,105	3,571			
vápenosádrová omítka	0,012	0,44	0,027			
	R _{si}	R _{se}	R	RT	dle ČSN 73 0541-2	
	0,13	0,13	3,626	3,886		

VS2 - Vnitřní stěna 175 mm	d[m]	λ[W/mK]	R[m²K/W]	U[W/m2K]	Požado- vané U	Doporu- čené U
vápenosádrová omítka	0,012	0,44	0,027	0,71	2,70	1,80
Ytong tvárnice pro nenostné stěny	0,15	0,138	1,090			
vápenosádrová omítka	0,012	0,44	0,027			
	R _{si}	R _{se}	R	RT	dle ČSN 73 0541-2	
	0,13	0,13	1,145	1,405		

VS3 - Vnitřní stěna 150 mm	d[m]	λ[W/mK]	R[m²K/W]	U[W/m2K]	Požado- vané U	Doporu- čené U
vápenosádrová omítka	0,012	0,44	0,027	0,82	2,70	1,80
Ytong tvárnice pro nenosné stěny	0,125	0,137	0,910			
vápenosádrová omítka	0,012	0,44	0,027			
	R _{si}	R _{se}	R	RT	dle ČSN 73 0541-2	
	0,13	0,13	0,965	1,225		

VS4 - Vnitřní stěna 100 mm	d[m]	λ[W/mK]	R[m²K/W]	U[W/m2K]	Požado- vané U	Doporu- čené U
Vápenosádrová omítka	0,012	0,44	0,027	1,16	2,70	1,80
Ytong tvárnice pro nenosné stěny	0,075	0,136	0,550			
Vápenosádrová omítka	0,012	0,44	0,027			
	R _{si}	R _{se}	R	RT	dle ČSN 73 0541-2	
	0,13	0,13	0,605	0,865		

P1 – podlaha na zemině (dlažba/koberec/pvc)	d[m]	λ [W/mK]	R[m ² K/W]	U[W/m ² K]	Požado- vané U	Doporu- čené U
Keramická dlažba	0,008	1,01	0,008	0,28	0,45	0,30
Flexibilní lepidlo	0,004	0,049	0,082			
Betonová mazanina	0,05	1,23	0,041			
Hydroizolační malta	0,004	0,95	0,004			
Tepelná izolace XPS	0,10	0,032	3,125			
Podkladní betonová deska s kari sítí	0,25	1,23	0,203			
	R _{si}	R _{se}	R	RT	dle ČSN 73 0541-2	
	0,13	0	3,463	3,593		

S1 – stropní konstrukce (dlažba/koberec/pvc)	d[m]	λ [W/mK]	R[m ² K/W]	U[W/m ² K]	Požado- vané U	Doporu- čené U
Keramická dlažba	0,008	1,01	0,008	1,23	2,20	1,45
Flexibilní lepidlo	0,004	0,049	0,082			
Betonová mazanina	0,04	1,23	0,033			
Separáční folie	0,001	-	-			
Kročejová izolace	0,05	0,39	0,128			
Předpjatý stropní panel	0,20	1,052	0,190			
Jádrová omítka	0,02	0,74	0,027			
Štuková omítka	0,002	0,54	0,004			
	R _{si}	R _{se}	R	RT	dle ČSN 73 0541-2	
	0,17	0,17	0,471	0,811		

PS1 – plochá střecha 400 mm	d[m]	λ [W/mK]	R[m ² K/W]	U[W/m ² K]	Požado- vané U	Doporu- čené U
Asfaltový pás modifikovaný s ochrannou vrstvou	0,005	0,2	0,025	0,16	0,24	0,16
Asfaltový pás modifikovaný s ochrannou vrstvou	0,003	0,2	0,015			
Tepelná izolace EPS	0,1	0,037	2,703			
Tepelná izolace EPS	0,1	0,037	2,703			
Asfaltový pás modifikovaný	0,001	0,2	0,005			
Cementová pěna	0,04	0,099	0,404			
Předpjatý stropní panel	0,16	1,052	0,152			
Jádrová omítka	0,02	0,74	0,027			
Štuková omítka	0,002	0,54	0,004			
	R _{si}	R _{se}	R	RT	dle ČSN 73 0541-2	
	0,10	0,04	6,037	6,177		

PS2 – plochá střecha 500 mm	d[m]	λ [W/mK]	R[m²K/W]	U[W/m2K]	Požado- vané U	Doporu- čené U
Asfaltový pás modifikovaný s ochrannou vrstvou	0,005	0,2	0,025	0,14	0,24	0,16
Asfaltový pás modifikovaný s ochrannou vrstvou	0,003	0,2	0,015			
Tepelná izolace EPS	0,1	0,037	2,703			
Tepelná izolace EPS	0,1	0,037	2,703			
Asfaltový pás modifikovaný	0,001	0,2	0,005			
Cementová pěna	0,14	0,099	1,414			
Předpjatý stropní panel	0,16	1,052	0,152			
Jádrová omítka	0,02	0,74	0,027			
Štuková omítka	0,002	0,54	0,004			
	R _{si}	R _{se}	R	RT	dle ČSN 73 0541-2	
	0,10	0,04	7,047	7,187		

B. Výpočet tepelných ztrát

Vstupní hala 101						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
Obvodová stěna	15,74	0,18	0,02	0,20	1,00	3,20
Střecha	37,79	0,14	0,02	0,16	1,00	6,01
Vchodové dveře	4,34	1,15	0	1,15	1,00	4,99
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} [W/K]						14,20
Tepelné ztráty zeminou						
	A _k	U _{equie,K}	A _k ·U _k	f _{g1}	f _{g2}	G _w
Podlaha na zemině	37,79	0,14	10,52	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou H _{T,ig} [W/K]						6,68
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} [W/K]						21,72
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		
21	-17,8	38,8	21,72	842,74		

Šatna 102						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
Obvodová stěna	29,89	0,18	0,02	0,20	1,00	6,08
Střecha	20,16	0,14	0,02	0,16	1,00	3,21
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} [W/K]						9,29
Tepelné ztráty zeminou						
	A _k	U _{equie,K}	A _k ·U _k	f _{g1}	f _{g2}	G _w
Podlaha na zemině	20,16	0,14	5,61	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou H _{T,ig} [W/K]						3,57
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} [W/K]						12,85

$\theta_{\text{int},i}$	θ_e	$\theta_{\text{int},i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
21	-17,8	38,8	12,85	498,61

Foyer 103, bar 104 a chodba 114						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěna	50,20	0,18	0,02	0,20	1,00	10,21
Střecha	63,86	0,14	0,02	0,16	1,00	10,16
Okno	11,43	0,91	0	0,91	1,00	10,40
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						30,77
Tepelné ztráty zeminou						
G_w	G_w	G_w	G_w	G_w	G_w	G_w
Podlaha na zemině (1.03,1.04)	63,86	0,28	17,78	1,45	0,44	1
Podlaha na zemině (1.14)	21,03	0,28	5,85	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						15,01
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.13	3,37	0,71	0,077	0,19		
Dveře 1.13	1,83	2	0,077	0,28		
Stěna 1.11	4,61	0,71	0,077	0,25		
Dveře 1.11	1,83	2	0,077	0,28		
Stěna 1.09	4,61	0,71	0,077	0,25		
Dveře 1.09	1,83	2	0,077	0,28		
Stěna 1.06	5,02	0,71	0,077	0,28		
Dveře 1.06	1,83	2	0,077	0,28		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						2,10
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						
$\theta_{\text{int},i}$	θ_e	$\theta_{\text{int},i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	47,88	1857,78		

Příruční sklad 105						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěna	41,41	0,18	0,02	0,20	1,00	8,42
Střecha	15,80	0,14	0,02	0,16	1,00	2,51
Dveře	1,89	1,15	0	1,15	1,00	2,17
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						13,11
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{\text{equie},K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	15,80	0,14	4,40	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						2,79

Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty				
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
Stěna 1.06 a 1.07	9,9	0,26	0,077	0,20
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]				0,20
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]				16,10
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
21	-17,8	38,8	16,10	624,67

Umývárna pers. 106						
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	2,18	0,28	0,61	1,45	0,39	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						0,34
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.14	5,02	0,71	-0,084	-0,30		
Dveře 1.14	1,83	2	-0,084	-0,31		
Stěna 1.05	4,29	0,26	-0,084	-0,09		
Strop 2.14	2,18	1,23	-0,084	-0,23		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						-0,92
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						-0,58
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
18	-17,8	35,8	-0,58	-20,74		

WC pers. 107						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěn	5,56	0,18	0,02	0,20	1,00	1,13
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						1,13
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	2,68	0,28	0,75	1,45	0,39	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						0,42
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.05	5,28	0,26	-0,084	-0,11		
Strop 2.14	2,683	1,23	-0,084	-0,28		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						-0,39
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						1,16
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
18	-17,8	35,8	1,16	41,62		

Úklid 108						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěna	5,61	0,18	0,02	0,20	1,00	1,14
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						1,14
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	1,7	0,28	0,47	1,45	0,39	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						0,27
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.10	1,68	1,16	-0,084	-0,16		
Dveře 1.10	1,62	2	-0,084	-0,27		
Strop 2.14	1,70	1,23	-0,084	-0,18		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						-0,61
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						0,80
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
18	-17,8	35,8	0,80	28,60		

Umývárna ženy 109						
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	3,16	0,28	0,88	1,45	0,39	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						0,50
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.14	6,44	0,71	-0,084	-0,38		
Dveře 1.14	1,83	2	-0,084	-0,31		
Stěna 1.10	4,48	1,16	-0,084	-0,43		
Dveře 1.10	1,62	2	-0,084	-0,27		
Strop 2.14	3,16	1,23	-0,084	-0,32		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						-1,72
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						-1,23
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
18	-17,8	35,8	-1,23	-43,86		

WC ženy 110						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěna	10,76	0,18	0,02	0,20	1,00	2,18
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						2,18
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	9,75	0,28	2,71	1,45	0,44	1

Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]				1,72
<u>Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty</u>				
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
Stěna 1.09	3,84	1,16	0,077	0,34
Dveře 1.09	1,62	2	0,077	0,25
Stěna 1.08	1,92	1,16	0,077	0,17
Dveře 1.08	1,62	2	0,077	0,25
Stěna 1.11	6,27	0,82	0,077	0,40
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]				1,41
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]				5,32
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
21	-17,8	38,8	5,32	206,35

Umývárna muži 111						
<u>Tepelné ztráty zeminou</u>						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	3,15	0,28	0,88	1,45	0,39	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						0,50
<u>Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty</u>						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.14	4,61	0,71	-0,084	-0,27		
Dveře 1.14	1,83	2,00	-0,084	-0,31		
Stěna 1.10	6,11	1,16	-0,084	-0,59		
Stěna 1.12	4,48	1,16	-0,084	-0,43		
Stěna 1.12	6,44	0,82	-0,084	-0,44		
Dveře 1.12	1,62	1,23	-0,084	-0,17		
Strop 2.13	3,15	1,23	-0,084	-0,32		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						-2,21
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						-1,72
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
18	-17,8	35,8	-1,72	-61,52		

WC muži 112						
<u>Tepelné ztráty do vnějšího prostředí</u>						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěn	21,62	0,18	0,02	0,20	1,00	4,40
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						4,40
<u>Tepelné ztráty zeminou</u>						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	8,95	0,28	2,49	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						1,58
<u>Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty</u>						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.11	4,48	1,16	0,077	0,40		

Stěna 1.11	6,44	0,82	0,077	0,41
Dveře 1.11	1,62	2,00	0,077	0,25
Stěna 1.13	10,99	0,82	0,077	0,69
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]				1,75
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]				7,73
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
21	-17,8	38,8	7,73	299,91

WC invalidé 113						
<u>Tepelné ztráty do vnějšího prostředí</u>						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěn	6,07	0,18	0,02	0,20	1,00	1,23
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						1,23
<u>Tepelné ztráty zeminou</u>						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	2,90	0,28	0,81	1,45	0,39	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						0,46
<u>Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty</u>						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.14	3,07	0,82	-0,084	-0,21		
Stěna 1.12	12,38	0,82	-0,084	-0,85		
Dveře 1.10	1,62	2	-0,084	-0,27		
Strop 2.14	2,90	1,23	-0,084	-0,30		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						-1,63
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						0,06
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
18	-17,8	35,8	0,06	2,28		

Kino 131						
<u>Tepelné ztráty do vnějšího prostředí</u>						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěn	34,56	0,18	0,02	0,20	1,00	7,03
Střecha	166,11	0,16	0,02	0,18	1,00	30,21
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						37,24
<u>Tepelné ztráty zeminou</u>						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	166,11	0,28	46,23	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						29,37
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	66,61	2584,58		

Chodba 115 a schodiště 116						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěna	10,37	0,18	0,02	0,20	1,00	2,11
Dveře	3,83	1,15	0	1,15	1,00	4,40
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						6,51
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	46,69	0,28	13,00	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						8,26
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						14,76
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	14,76	572,78		

Kancelář 117						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěna	32,07	0,18	0,02	0,20	1,00	6,52
Okno	2,25	0,91	0,02	0,93	1,00	2,09
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						8,61
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	10,66	0,28	2,97	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						1,88
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						10,50
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	10,50	407,34		

Šatna personál 118						
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	3,15	0,28	0,88	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						0,56
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.20	3,134	0,71	0,077	0,17		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						0,17
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						0,73
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	0,73	28,27		

Sprcha 119						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěn	6,96	0,18	0,02	0,20	1,00	1,42
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						1,42
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	2,87	0,28	0,80	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						0,51
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.20	3,49	1,16	0,077	0,31		
Dveře 1.20	1,62	2,00	0,077	0,25		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						0,56
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						2,49
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	2,49	96,56		

WC 120						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěn	3,47	0,18	0,02	0,20	1,00	0,70
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						0,70
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	1,48	0,28	0,41	1,45	0,39	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						0,23
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.19	3,49	1,16	-0,084	-0,34		
Dveře 1.19	1,62	2,00	-0,084	-0,27		
Stěna 1.18	3,47	0,71	-0,084	-0,21		
Stěna 1.21	5,36	1,16	-0,084	-0,52		
Strop 2.02	1,48	1,23	-0,084	-0,15		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						-1,49
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						-0,55
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
18	-17,8	35,8	-0,55	-19,74		

Sklad obaly/nápoje 121						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěn	7,16	0,18	0,02	0,20	1,00	1,45
Okno	2,25	0,91	0,02	0,93	1,00	2,09
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						3,55
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	12,06	0,28	3,36	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						2,13
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.20	5,36	1,16	0,077	0,48		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						0,48
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						6,16
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	6,16	239,02		

Šatna 1 - 122						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěn	8,15	0,18	0,02	0,20	1,00	1,66
Okno	2,25	0,91	0,02	0,93	1,00	2,09
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						3,75
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	15,34	0,28	4,27	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						2,71
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.24	5,61	1,16	0,077	0,50		
Stěna 1.24	3,80	0,71	0,077	0,21		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						0,71
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						7,17
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	7,17	278,24		

WC 1 - 124						
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	1,49	0,28	0,41	1,45	0,39	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						0,23
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						

	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
Stěna 1.22	5,61	1,16	-0,084	-0,54
Stěna 1.22	3,80	0,71	-0,084	-0,23
Stěna 1.23	3,66	1,16	-0,084	-0,35
Dveře 1.23	1,62	2,0	-0,084	-0,27
Strop 2.03	1,49	1,23	-0,084	-0,15
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]				-1,55
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]				-1,32
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
18	-17,8	35,8	-1,32	-47,09

Sprcha 1 - 123						
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	2,87	0,28	0,80	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						0,51
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.24	3,66	1,16	0,077	0,33		
Dveře 1.24	1,62	2,00	0,077	0,25		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						0,58
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						1,09
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	1,09	42,13		

Sprcha 2 - 126						
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	2,87	0,28	0,80	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						0,51
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.27	3,66	1,16	0,077	0,33		
Dveře 1.27	1,62	2,00	0,077	0,25		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						0,58
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						1,09
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	1,09	42,13		

WC 2 - 127						
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	1,49	0,28	0,41	1,45	0,39	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						0,23
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.25	5,61	1,16	-0,084	-0,54		
Stěna 1.25	3,80	0,71	-0,084	-0,23		
Stěna 1.26	3,66	1,16	-0,084	-0,35		
Dveře 1.26	1,62	2,00	-0,084	-0,27		
Strop 2.04	1,49	1,23	-0,084	-0,15		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						-1,55
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						-1,32
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
18	-17,8	35,8	-1,32	-47,09		

Šatna 2 - 125						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěn	8,15	0,18	0,02	0,20	1,00	1,66
Okno	2,25	0,91	0,02	0,93	1,00	2,09
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						3,75
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{equie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	15,34	0,28	4,27	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						2,71
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 1.27	5,61	1,16	0,077	0,50		
Stěna 1.27	3,80	0,71	0,077	0,21		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						0,71
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						7,17
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	7,17	278,24		

Sklad mobiliář 128						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěna	7,82	0,18	0,02	0,20	1,00	1,59
Okno	2,25	0,91	0,02	0,93	1,00	2,09

Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						3,68
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{eq,ie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	19,03	0,28	5,30	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						3,37
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						7,05
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	7,05	273,42		

Regulační stanice 130						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěna	7,82	0,18	0,02	0,20	1,00	1,59
Dveře	2,3	1,15	0	1,15	1,00	2,65
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						4,23
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{eq,ie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	5,73	0,28	1,59	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						1,01
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						5,25
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	5,25	203,60		

UPS 129						
Tepelné ztráty zeminou						
	A_k	$U_{eq,ie,K}$	$A_k \cdot U_k$	f_{g1}	f_{g2}	G_w
Podlaha na zemině	14,67	0,28	4,08	1,45	0,44	1
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig}$ [W/K]						2,59
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						2,59
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	2,59			100,62

Chodba 201 a schodiště						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěna	13,75	0,18	0,02	0,20	1,00	2,80
Okno	2,25	0,91	0,02	0,93	1,00	2,09
Střecha	45,00	0,14	0,02	0,16	1,00	7,16
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						12,05
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						12,05
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	12,05	467,52		

Nahrávací studio 202						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěn	59,397	0,18	0,02	0,20	1,00	12,08
Střecha	33,141	0,14	0,02	0,16	1,00	5,27
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						17,35
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Strop 1.20	1,483	1,23	0,077	0,14		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						0,14
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						17,49
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	17,49	678,75		

Režie 203						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěn	16,38	0,18	0,02	0,20	1,00	3,33
Střecha	18,21	0,14	0,02	0,16	1,00	2,90
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						6,23
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Strop 1.24	1,49	1,23	0,077	0,14		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						0,14
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						6,37
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	6,37	247,16		

AV dílna 204						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěn	9,72	0,18	0,02	0,20	1,00	1,98
Okno	2,70	0,91	0,02	0,93	1,00	2,51
Střecha	13,25	0,14	0,02	0,16	1,00	2,11
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						6,60
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Strop 1.27	1,49	1,23	0,077	0,14		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						0,14

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]					6,74
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	
21	-17,8	38,8	6,74	261,44	

Denní místnost 205						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A _k	U _k	ΔU	U _{kκ}	e _k	A _k ·U _{kκ} ·e _k
Obvodová stěň	6,74	0,18	0,02	0,20	1,00	1,37
Okno	2,70	0,91	0,02	0,93	1,00	2,51
Střecha	9,85	0,14	0,02	0,16	1,00	1,57
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} [W/K]						5,45
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} [W/K]						5,45
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		
21	-17,8	38,8	5,45	211,43		

Úklid 207						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
Střecha	2,63	0,14	0,02	0,16	1,00	0,42
Celk. měrná tep. ztráta přímo do venkovního prostředí HT,ie=ΣAk.Ukc.ek [W/K]						0,42
Celková měrná tepelná ztráta prostupem HT,i [W/K]						0,42
θint,i	θe	θint,i-θe	HT,i	Návrhová ztráta prostupem ΦT,i [W]		
21	-17,8	38,8	0,42	16,23		

Umývárna 1 - 208						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
Střecha	1,93	0,14	0,02	0,16	1,00	0,31
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} [W/K]						0,31
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _k ·f _{ij}		
Stěna 2.07	5,46	1,16	-0,084	-0,53		
Stěna 2.01	4,41	0,71	-0,084	-0,26		
Dveře 2.01	1,83	2,00	-0,084	-0,31		
Strop 1.15	1,93	1,23	-0,084	-0,20		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty H _{T,ij} [W/K]						-1,30
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} [W/K]						-0,99
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} -θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} [W]		
18	-17,8	35,8	-0,99	-35,47		

WC 1 - 209						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Střecha	1,53	0,14	0,02	0,16	1,00	0,24
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						0,24
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 2.07	4,29	1,16	-0,084	-0,42		
Stěna 1.32	7,02	0,26	-0,084	-0,15		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						-0,57
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						-0,32
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
18	-17,8	35,8	-0,32	-11,56		

WC 2 - 211						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Střecha	1,53	0,14	0,02	0,16	1,00	0,24
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						0,24
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 2.12	4,29	1,16	-0,084	-0,42		
Stěna 1.32	7,02	0,26	-0,084	-0,15		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						-0,57
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						-0,32
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
18	-17,8	35,8	-0,32	-11,56		

Umývárna 2 - 210						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Střecha	1,93	0,14	0,02	0,16	1,00	0,31
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						0,31
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 2.12	5,46	1,16	-0,084	-0,53		
Stěna 2.01	4,41	0,71	-0,084	-0,26		
Dveře 2.01	1,83	2,00	-0,084	-0,31		
Strop 1.15	1,93	1,23	-0,084	-0,20		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						-1,30
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						-0,99
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
18	-17,8	35,8	-0,99	-35,47		

Kuchyňka 212						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Střecha	4,61	0,14	0,02	0,16	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						0,73
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Stěna 2.10 a 2.11	9,75	1,16	0,077	0,87		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						0,87
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						1,61
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	1,61	62,28		

Strojovna VZT 206						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěna	12,96	0,18	0,02	0,20	1,00	2,64
Střecha	26,31	0,14	0,02	0,16	1,00	4,19
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						6,82
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						6,82
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	6,82	264,76		

Promítárna 213						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěn	45,06	0,18	0,02	0,20	1,00	9,16
Střecha	42,12	0,16	0,02	0,18	1,00	7,66
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						16,82
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Strop 1.13 a 1.11	6,05	1,23	0,077	0,58		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						0,58
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						17,40
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i}-\theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	17,40	675,11		

Místnost zvukaře 214						
Tepelné ztráty do vnějšího prostředí						
	Plocha A_k	Součinitel pro- stupu tepla U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
Obvodová stěn	23,21	0,18	0,02	0,20	1,00	4,72
Střecha	16,77	0,16	0,02	0,18	1,00	3,05
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ [W/K]						7,77
Tepelné ztráty z/do prostorů rozdílné teploty						
	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
Strop 1.09, 1.08, 1.06 a 1.07	9,71	1,23	0,077	0,93		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty $H_{T,ij}$ [W/K]						0,93
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$ [W/K]						8,69
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]		
21	-17,8	38,8	8,69	337,36		

C. Dimenzování potrubí

č.ú.	V		w'	S'	d'	D (Š x V)		S	w
-	m³/h	m³/s	m/s	m²	m	m		m²	m/s
ZAŘÍZENÍ č. 1 - Odvodní potrubí - vedlejší větev									
1*	50	0,01	3	0,005	0,077	0,1	0,1	0,010	1,39
2*	125	0,03	3	0,012	0,121	0,1	0,1	0,010	3,47
3*	100	0,03	3	0,009	0,109	0,125	0,1	0,013	2,22
4*	150	0,04	3	0,014	0,133	0,125	0,125	0,016	2,67
5*	200	0,06	3	0,019	0,154	0,125	0,125	0,016	3,56
6*	800	0,22	3	0,074	0,307	0,315	0,2	0,063	3,53
7*	300	0,08	3	0,028	0,188	0,16	0,16	0,026	3,26

č.ú.	V		w'	S'	d'	D (Š x V)		S	w
-	m³/h	m³/s	m/s	m²	m	m		m²	m/s
ZAŘÍZENÍ č. 3 - Přívodní potrubí - vedlejší větev									
1*	250	0,07	3	0,023	0,172	0,100	0,250	0,025	2,78
2*	500	0,14	3,3	0,042	0,231	0,160	0,250	0,040	3,47
3*	800	0,22	3,5	0,063	0,284	0,200	0,315	0,063	3,53
4*	1000	0,28	3,8	0,073	0,305	0,20	0,355	0,071	3,91
5*	1150	0,32	4	0,080	0,319	0,225	0,355	0,080	4,00
6*	1400	0,39	4,3	0,090	0,339	0,250	0,355	0,089	4,38
7*	150	0,04	3	0,014	0,133	0,100	0,225	0,023	1,85
8*	475	0,13	3,4	0,039	0,222	0,160	0,250	0,040	3,30
9*	575	0,16	3,6	0,044	0,238	0,180	0,250	0,045	3,55
10*	675	0,19	3,9	0,048	0,247	0,200	0,250	0,050	3,75
11*	1000	0,28	4,3	0,065	0,287	0,200	0,355	0,071	3,91
12*	2400	0,67	4,6	0,145	0,430	0,400	0,355	0,142	4,69

č.ú.	V		w'	S'	d'	D (Š x V)		S	w
-	m³/h	m³/s	m/s	m²	m	m		m²	m/s
ZAŘÍZENÍ č. 2 - Přívodní potrubí - vedlejší větev									
1*	533	0,15	3,3	0,045	0,239	0,160	0,280	0,045	3,30
2*	1066	0,30	3,6	0,082	0,324	0,280	0,280	0,078	3,78
3*	1600	0,44	3,9	0,114	0,381	0,400	0,280	0,112	3,97
4*	533	0,15	3,3	0,045	0,239	0,160	0,280	0,045	3,30
5*	1066	0,30	3,6	0,082	0,324	0,280	0,280	0,078	3,78
6*	1600	0,44	3,9	0,114	0,381	0,400	0,280	0,112	3,97
7*	533	0,15	3,3	0,045	0,239	0,160	0,280	0,045	3,30
8*	1066	0,30	3,6	0,082	0,324	0,280	0,280	0,078	3,78
9*	1600	0,44	3,9	0,114	0,381	0,400	0,280	0,112	3,97

č.ú.	V		w'	S'	d'	D (Š x V)		S	w
-	m³/h	m³/s	m/s	m²	m	m		m²	m/s
ZAŘÍZENÍ č. 3 - Odvodní potrubí - vedlejší větev									
1*	50	0,01	3	0,005	0,077	0,100	0,100	0,010	1,39
2*	100	0,03	3,2	0,009	0,105	0,100	0,100	0,010	2,78
3*	125	0,03	3,4	0,010	0,114	0,100	0,160	0,016	2,17
4*	250	0,07	3,6	0,019	0,157	0,160	0,160	0,026	2,71
5*	350	0,10	3,8	0,026	0,180	0,160	0,160	0,026	3,80
6*	625	0,17	4,3	0,040	0,227	0,180	0,225	0,041	4,29
7*	900	0,25	4,6	0,054	0,263	0,250	0,225	0,056	4,44
8*	250	0,07	3	0,023	0,172	0,100	0,250	0,025	2,78
9*	500	0,14	3,3	0,042	0,231	0,160	0,250	0,040	3,47
10*	800	0,22	3,6	0,062	0,280	0,200	0,315	0,063	3,53
11*	1000	0,28	3,9	0,071	0,301	0,200	0,355	0,071	3,91
12*	1150	0,32	4,2	0,076	0,311	0,225	0,355	0,080	4,00
13*	1400	0,39	4,6	0,085	0,328	0,250	0,355	0,089	4,38
14*	300	0,08	3	0,028	0,188	0,100	0,280	0,028	2,98
15*	600	0,17	3,2	0,052	0,258	0,180	0,280	0,050	3,31
16*	750	0,21	3,4	0,061	0,279	0,225	0,280	0,063	3,31
17*	800	0,22	3,6	0,062	0,280	0,225	0,280	0,063	3,53
18*	850	0,24	3,8	0,062	0,281	0,225	0,280	0,063	3,75
19*	900	0,25	4	0,063	0,282	0,225	0,280	0,063	3,97
20*	950	0,26	4,2	0,063	0,283	0,225	0,280	0,063	4,19
21*	1000	0,28	4,4	0,063	0,284	0,225	0,280	0,063	4,41
22*	2400	0,67	4,8	0,139	0,421	0,315	0,400	0,126	5,29

D. Tepelná izolace

Zařízení č. 1

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Zařízení č. 1 - PŘÍVOD výtlač (léto) střecha

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 32.6$
 $RH_o[\%] = 40$

$a[\text{mm}] = 500$
 $b[\text{mm}] = 355$

$t_{vst}[^\circ\text{C}] = 21.31$
 $t_{vst}[^\circ\text{C}] = 21.3$
 $RH[\%] = 74.4$

Délka[mm] = 1000

$D[\text{mm}] = 0$

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{po}[^\circ\text{C}] = 32.33$
 $t_{ro}[^\circ\text{C}] = 17.24$
 $t_{pv}[^\circ\text{C}] = 21.78$
 $t_{rv}[^\circ\text{C}] = 16.56$

$t[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 3250
Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 15.34

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Zařízení č. 1 - ODVOD sání (léto) střecha

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 32.6$
 $RH_o[\%] = 40$

$a[\text{mm}] = 500$
 $b[\text{mm}] = 355$

$t_{vst}[^\circ\text{C}] = 25.04$
 $t_{vst}[^\circ\text{C}] = 25$
 $RH[\%] = 65$

Délka[mm] = 4500

$D[\text{mm}] = 0$

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{po}[^\circ\text{C}] = 32.42$
 $t_{ro}[^\circ\text{C}] = 17.24$
 $t_{pv}[^\circ\text{C}] = 25.32$
 $t_{rv}[^\circ\text{C}] = 17.96$

$t[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 3250
Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 46.43

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí

Popis: Zařízení č. 1 - ODVOD výtlač (léto) střecha

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 32.6$
 $RH_o[\%] = 40$

$a[\text{mm}] = 500$
 $b[\text{mm}] = 355$

$tvst[^\circ\text{C}] = 26$
 $RH[\%] = 65$

$tvst[^\circ\text{C}] = 26.03$
 $D[\text{mm}] = 0$

$Délka[\text{mm}] = 4500$

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$tpo[^\circ\text{C}] = 32.44$
 $tro[^\circ\text{C}] = 17.24$
 $tpv[^\circ\text{C}] = 26.28$
 $trv[^\circ\text{C}] = 18.91$

$tl[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m^3/h]: 3250
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 40.32

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí

Popis: Zařízení č. 1 - PŘÍVOD výtlač (zima) střecha

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = -17.8$
 $RH_o[\%] = 85$

$a[\text{mm}] = 500$
 $b[\text{mm}] = 355$

$tvst[^\circ\text{C}] = 21$
 $RH[\%] = 11.4$

$tvst[^\circ\text{C}] = 20.96$
 $D[\text{mm}] = 0$

$Délka[\text{mm}] = 1000$

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$tpo[^\circ\text{C}] = -16.88$
 $tro[^\circ\text{C}] = -19.51$
 $tpv[^\circ\text{C}] = 19.3$
 $trv[^\circ\text{C}] = -10.07$

$tl[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m^3/h]: 3250
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -52.67

riziko námrazy

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Zařízení č. 1 - ODVOD sání (zima) střecha

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalizace tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = -17.8$
 $RH_o[\%] = 85$

$a[\text{mm}] = 500$
 $b[\text{mm}] = 355$

$tvst[^\circ\text{C}] = 21$
 $RH[\%] = 30$

$tvst[^\circ\text{C}] = 20.8$
 $D[\text{mm}] = 0$

$Délka[\text{mm}] = 4500$

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$tpo[^\circ\text{C}] = -16.88$
 $tro[^\circ\text{C}] = -19.51$
 $tpv[^\circ\text{C}] = 19.15$
 $trv[^\circ\text{C}] = 2.79$

$tl[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 3250
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -237.04

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Zařízení č. 1 - ODVOD výtlak (zima) střecha

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalizace tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = -17.8$
 $RH_o[\%] = 85$

$a[\text{mm}] = 500$
 $b[\text{mm}] = 355$

$tvst[^\circ\text{C}] = -4.2$
 $RH[\%] = 95.3$

$tvst[^\circ\text{C}] = -4.25$
 $D[\text{mm}] = 0$

$Délka[\text{mm}] = 4500$

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$tpo[^\circ\text{C}] = -17.6$
 $tro[^\circ\text{C}] = -19.51$
 $tpv[^\circ\text{C}] = -4.6$
 $trv[^\circ\text{C}] = -4.76$

$tl[\text{mm}] = 100$

Průtok vzduchu [m³/h]: 3250
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -57.38

riziko námrazy

riziko kondenzace

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Zařízení č. 1 - PŘÍVODNÍ větev (léto)

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 25$
 $\text{RH}_o[\%] = 65$

$a[\text{mm}] = 500$
 $b[\text{mm}] = 355$

$\text{tv}_{\text{st}}[^\circ\text{C}] = 21.3$
 $\text{RH}[\%] = 74.4$

Délka[mm] = 1000

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}[^\circ\text{C}] = 24.77$
 $t_{\text{ro}}[^\circ\text{C}] = 17.96$
 $t_{\text{pv}}[^\circ\text{C}] = 21.45$
 $t_{\text{rv}}[^\circ\text{C}] = 16.56$

$t[\text{mm}] = 40$
riziko kondenzace

Průtok vzduchu [m³/h]: 3250
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 4.82

Zařízení č. 2

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Zařízení č. 2 - PŘÍVOD sání (léto) strojovna

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 27$
 $\text{RH}_o[\%] = 60$

$a[\text{mm}] = 560$
 $b[\text{mm}] = 500$

$\text{tv}_{\text{st}}[^\circ\text{C}] = 32.6$
 $\text{RH}[\%] = 40$

Délka[mm] = 1000

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}[^\circ\text{C}] = 27.35$
 $t_{\text{ro}}[^\circ\text{C}] = 18.57$
 $t_{\text{pv}}[^\circ\text{C}] = 32.39$
 $t_{\text{rv}}[^\circ\text{C}] = 17.24$

$t[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 6550
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -8.76

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí

Popis: Zařízení č. 2 - PŘÍVOD výtlač (léto) strojovna

$t_o(^{\circ}\text{C}) = 27$
 $\text{RH}_o(\%) = 60$

$a(\text{mm}) = 560$
 $b(\text{mm}) = 500$

$t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 20$
 $t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 20$
 $\text{RH}(\%) = 75.7$

$\text{Délka}(\text{mm}) = 1000$

☒ Hranaté potrubí
 ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 20$
 $D(\text{mm}) = 0$

$t_{\text{po}}(^{\circ}\text{C}) = 26.56$
 $t_{\text{ro}}(^{\circ}\text{C}) = 18.57$
 $t_{\text{pv}}(^{\circ}\text{C}) = 20.26$
 $t_{\text{rv}}(^{\circ}\text{C}) = 15.58$

$t(\text{mm}) = 60$
riziko kondenzace

Průtok vzduchu [m^3/h]: 6550
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 10.95

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí

Popis: Zařízení č. 2 - ODVOD sání (léto) strojovna

$t_o(^{\circ}\text{C}) = 27$
 $\text{RH}_o(\%) = 60$

$a(\text{mm}) = 710$
 $b(\text{mm}) = 500$

$t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 25$
 $t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 25$
 $\text{RH}(\%) = 65$

$\text{Délka}(\text{mm}) = 1000$

☒ Hranaté potrubí
 ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 25$
 $D(\text{mm}) = 0$

$t_{\text{po}}(^{\circ}\text{C}) = 26.87$
 $t_{\text{ro}}(^{\circ}\text{C}) = 18.57$
 $t_{\text{pv}}(^{\circ}\text{C}) = 25.08$
 $t_{\text{rv}}(^{\circ}\text{C}) = 17.96$

$t(\text{mm}) = 60$

Průtok vzduchu [m^3/h]: 6550
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 3.49

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Zařízení č. 2 - ODVOD výtlač (léto) strojovna

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 27$
 $\text{RH}_o[\%] = 60$

$a[\text{mm}] = 710$
 $b[\text{mm}] = 500$

$t_{\text{vst}}[^\circ\text{C}] = 26$
 $\text{RH}[\%] = 55$

Délka[mm] = 1000

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}[^\circ\text{C}] = 26.94$
 $t_{\text{ro}}[^\circ\text{C}] = 18.57$
 $t_{\text{pv}}[^\circ\text{C}] = 26.04$
 $t_{\text{rv}}[^\circ\text{C}] = 16.26$

$t[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 6550
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 1.75

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Zařízení č. 2 - PŘÍVOD sání (zima) strojovna

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 21$
 $\text{RH}_o[\%] = 30$

$a[\text{mm}] = 560$
 $b[\text{mm}] = 500$

$t_{\text{vst}}[^\circ\text{C}] = -17.77$
 $\text{RH}[\%] = 85$

Délka[mm] = 1000

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}[^\circ\text{C}] = 18.55$
 $t_{\text{ro}}[^\circ\text{C}] = 2.79$
 $t_{\text{pv}}[^\circ\text{C}] = -16.34$
 $t_{\text{rv}}[^\circ\text{C}] = -19.51$

$t[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 6550
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 60.68

riziko kondenzace

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí

Popis: Zařízení č. 2 - PŘÍVOD výtlač (zima) strojovna

$t_o(^{\circ}\text{C}) = 21$
 $\text{RH}_o(\%) = 30$

$a(\text{mm}) = 560$
 $b(\text{mm}) = 500$

$t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 22$
 $t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 22$
 $\text{RH}(\%) = 25$

$\text{Délka}(\text{mm}) = 1000$

☒ Hranaté potrubí
 ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 22$
 $D(\text{mm}) = 0$

$t_{\text{po}}(^{\circ}\text{C}) = 21.06$
 $t_{\text{ro}}(^{\circ}\text{C}) = 2.79$
 $t_{\text{pv}}(^{\circ}\text{C}) = 21.96$
 $t_{\text{rv}}(^{\circ}\text{C}) = 1.1$

$t(\text{mm}) = 60$

Průtok vzduchu [m^3/h]: 6550
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -1.56

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí

Popis: Zařízení č. 2 - ODVOD sání (zima) strojovna

$t_o(^{\circ}\text{C}) = 21$
 $\text{RH}_o(\%) = 30$

$a(\text{mm}) = 710$
 $b(\text{mm}) = 500$

$t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 21$
 $t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 21$
 $\text{RH}(\%) = 30$

$\text{Délka}(\text{mm}) = 1000$

☒ Hranaté potrubí
 ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{vst}}(^{\circ}\text{C}) = 21$
 $D(\text{mm}) = 0$

$t_{\text{po}}(^{\circ}\text{C}) = 21$
 $t_{\text{ro}}(^{\circ}\text{C}) = 2.79$
 $t_{\text{pv}}(^{\circ}\text{C}) = 21$
 $t_{\text{rv}}(^{\circ}\text{C}) = 2.79$

$t(\text{mm}) = 60$

Průtok vzduchu [m^3/h]: 6550
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 0

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Zařízení č. 2 - ODVOD výtlač (zima) strojovna

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o(^{\circ}\text{C}) = 21$
 $\text{RH}_o(\%) = 30$

$a(\text{mm}) = 710$
 $b(\text{mm}) = 500$

$\text{tv}_{\text{st}}(^{\circ}\text{C}) = -4.18$
 $\text{Délka}(\text{mm}) = 1000$
 $\text{tv}_{\text{st}}(^{\circ}\text{C}) = -4.2$
 $\text{RH}(\%) = 95.4$

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}(^{\circ}\text{C}) = 19.41$
 $t_{\text{ro}}(^{\circ}\text{C}) = 2.79$
 $t_{\text{pv}}(^{\circ}\text{C}) = -3.17$
 $t_{\text{rv}}(^{\circ}\text{C}) = -4.75$

$t(\text{mm}) = 60$
riziko kondenzace

Průtok vzduchu [m³/h]: 6550
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 44

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Zařízení č. 2 - PŘÍVODNÍ větev (léto)

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o(^{\circ}\text{C}) = 25$
 $\text{RH}_o(\%) = 65$

$a(\text{mm}) = 560$
 $b(\text{mm}) = 500$

$\text{tv}_{\text{st}}(^{\circ}\text{C}) = 20$
 $\text{Délka}(\text{mm}) = 1000$
 $\text{tv}_{\text{st}}(^{\circ}\text{C}) = 20$
 $\text{RH}(\%) = 75.7$

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{\text{po}}(^{\circ}\text{C}) = 24.55$
 $t_{\text{ro}}(^{\circ}\text{C}) = 17.96$
 $t_{\text{pv}}(^{\circ}\text{C}) = 20.27$
 $t_{\text{rv}}(^{\circ}\text{C}) = 15.58$

$t(\text{mm}) = 40$
riziko kondenzace

Průtok vzduchu [m³/h]: 6550
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 10.6

Zařízení č. 3

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Zařízení č. 3 - PŘÍVOD výtlač (léto) střecha

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 32.6$
 $RH_o[\%] = 40$

$a[\text{mm}] = 630$
 $b[\text{mm}] = 400$

$D[\text{mm}] = 0$
☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$tvst[^\circ\text{C}] = 21.9$
 $RH[\%] = 70.3$

$tvst[^\circ\text{C}] = 21.91$
 $D[\text{mm}] = 0$

$tpo[^\circ\text{C}] = 32.35$
 $tro[^\circ\text{C}] = 17.24$
 $tpv[^\circ\text{C}] = 22.35$
 $trv[^\circ\text{C}] = 16.25$

$t[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 5000
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 16.97

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Zařízení č. 3 - ODVOD sání (léto) střecha

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 32.6$
 $RH_o[\%] = 40$

$a[\text{mm}] = 630$
 $b[\text{mm}] = 400$

$D[\text{mm}] = 0$
☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$tvst[^\circ\text{C}] = 25$
 $RH[\%] = 65$

$tvst[^\circ\text{C}] = 25.01$
 $D[\text{mm}] = 0$

$tpo[^\circ\text{C}] = 32.42$
 $tro[^\circ\text{C}] = 17.24$
 $tpv[^\circ\text{C}] = 25.32$
 $trv[^\circ\text{C}] = 17.96$

$t[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 5000
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 12.06

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí

Popis: Zařízení č. 3 - ODVOD výtlač (léto) střecha

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalizovat tloušťku izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 32.6$
 $RH_o[\%] = 40$

$a[\text{mm}] = 630$
 $b[\text{mm}] = 400$

$t_{vst}[^\circ\text{C}] = 25$
 $RH[\%] = 65$

$t_{výst}[^\circ\text{C}] = 25$
 $D[\text{mm}] = 0$

Délka[mm] = 1000

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{po}[^\circ\text{C}] = 32.49$
 $t_{ro}[^\circ\text{C}] = 17.24$
 $t_{pv}[^\circ\text{C}] = 25.2$
 $t_{rv}[^\circ\text{C}] = 17.96$

$t[\text{mm}] = 100$

Průtok vzduchu [m³/h]: 5000
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 8.2

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí

Popis: Zařízení č. 3 - PŘÍVOD výtlač (zima) střecha

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalizovat tloušťku izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = -17.8$
 $RH_o[\%] = 85$

$a[\text{mm}] = 630$
 $b[\text{mm}] = 400$

$t_{vst}[^\circ\text{C}] = 20.97$
 $RH[\%] = 28$

$t_{výst}[^\circ\text{C}] = 20.97$
 $D[\text{mm}] = 0$

Délka[mm] = 1000

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{po}[^\circ\text{C}] = -16.88$
 $t_{ro}[^\circ\text{C}] = -19.51$
 $t_{pv}[^\circ\text{C}] = 19.34$
 $t_{rv}[^\circ\text{C}] = 1.82$

$t[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 5000
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -61.55

riziko námrazy

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Zařízení č. 3 - ODVOD sání (zima) střecha

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = -17.8$
 $\text{RH}_o[\%] = 85$

$a[\text{mm}] = 630$
 $b[\text{mm}] = 400$

$\text{tv}_{\text{st}}[^\circ\text{C}] = 21$
 $\text{RH}[\%] = 30$

$\text{tv}_{\text{ýst}}[^\circ\text{C}] = 20.97$
 $\text{Délka}[\text{mm}] = 1000$

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$\text{tpo}[^\circ\text{C}] = -16.88$
 $\text{tro}[^\circ\text{C}] = -19.51$
 $\text{tpv}[^\circ\text{C}] = 19.34$
 $\text{trv}[^\circ\text{C}] = 2.79$

riziko námrazy

$t[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m^3/h]: 5000
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -61.55

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Zařízení č. 3 - ODVOD výtlač (zima) střecha

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = -17.8$
 $\text{RH}_o[\%] = 85$

$a[\text{mm}] = 630$
 $b[\text{mm}] = 400$

$\text{tv}_{\text{st}}[^\circ\text{C}] = -4.4$
 $\text{RH}[\%] = 95.9$

$\text{tv}_{\text{ýst}}[^\circ\text{C}] = -4.41$
 $\text{Délka}[\text{mm}] = 1000$

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$\text{tpo}[^\circ\text{C}] = -17.6$
 $\text{tro}[^\circ\text{C}] = -19.51$
 $\text{tpv}[^\circ\text{C}] = -4.75$
 $\text{trv}[^\circ\text{C}] = -4.89$

riziko námrazy

$t[\text{mm}] = 100$

riziko kondenzace

Průtok vzduchu [m^3/h]: 5000
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -14.45

Povrchová kondenzace

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: Zařízení č. 3 - PŘÍVODNÍ větev (léto)

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 25$
 $RH_o[\%] = 65$

$a[\text{mm}] = 630$
 $b[\text{mm}] = 400$

$t_{vyst}[^\circ\text{C}] = 21.9$
 $Délka[\text{mm}] = 1000$
 $t_{vst}[^\circ\text{C}] = 21.9$
 $RH[\%] = 70.3$

☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{po}[^\circ\text{C}] = 24.72$
 $t_{ro}[^\circ\text{C}] = 17.96$
 $t_{pv}[^\circ\text{C}] = 22.08$
 $t_{rv}[^\circ\text{C}] = 16.25$

$t[\text{mm}] = 40$

Průtok vzduchu [m^3/h]: 5000
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.038

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: 6.38

E. Výkresy

Výkres č. 1 – půdorys 1.NP (1:50)

Výkres č. 2 – půdorys 2.NP (1:50)

Výkres č. 3 – půdorys střechy (1:50)

Výkres č. 4 – řezy (1:50)